



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



3 3433 06275700 4



Nuovo  
PAA









# **IL NUOVO CIMENTO**

## **GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE**

---

**DIRETTORI**

**C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI**

---

**COLLABORATORI**

**S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA  
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI  
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI.**

**COLLABORATORE E REVISORE**

**A. FORTI**

---

**Tomo XII.**

---

**1860**

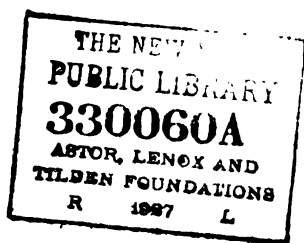
**TORINO**

**PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI  
G. B. PARAVIA E C.<sup>ia</sup>**

**PISA**

**PRESSO IL TIPOGrafo-LIBRAIO  
F. PIERACCINI**





NOV 23 1927  
CLUB  
YASOL

# **IL NUOVO CIMENTO**

**ANNO VI.**





---

**SUL POTERE ELETTRO-MOTORE DELL'ORGANO DELLA TORPEDINE;  
MEMORIA DI CARLO MATTEUCCI.**

**L**e esperienze che descriverò minutamente in questa Memoria mi hanno condotto a dimostrare, che l'organo elettrico della torpedine è un apparecchio elettro-motore costantemente attivo e che le scariche che questo pesce dà, sia per un atto della sua volontà, sia per un'eccitazione portata sul suo sistema nervoso, sono l'effetto dell'azione più intensa e temporaria di un apparecchio, che agisce costantemente e quasi indipendentemente dallo stato di vita.

Sin qui sperimentando sulla torpedine si era usato un galvanometro piuttosto grossolano e allorchè le due estremità di quest'apparecchio erano applicate sulle due faccie dell'organo, non si teneva conto che della deviazione brusca dell'ago, la quale accadeva nell'atto in cui anche la rana galvanoscopica entrava in contrazione, cioè nell'atto della scarica del pesce. Io sono sicuro che tutti gli osservatori che hanno ripetuto questa esperienza si sono accorti, secondo che i loro galvanometri erano più o meno delicati, che l'ago deviava più o meno fin da primo e restava deviato, indipendentemente dalla scarica. Questi segni di correnti imperfettamente studiati erano attribuiti al difetto di omogeneità delle estremità metalliche del galvanometro o all'azione chimica diseguale dello strato liquido supposto sulle due faccie



del pesce. Nelle mie lezioni d'elettro-fisiologia di quest'anno ho voluto mostrare, usando un galvanometro di 24000 giri, che un pezzetto di organo poco più di una testa di spillo, dava una scarica sensibile, allorchè era irritato in un modo qualunque e tenendo gli elettrodi in contatto delle faccie di quel pezzetto che sono parallele alla schiena e alla pancia del pesce. Questa osservazione estesa e convenientemente variata fu il punto di partenza di un gran numero di esperienze nuove che sono descritte in questa Memoria e per le quali credo di esser giunto a dare dell'origine dell'elettricità in questo caso, una nozione più chiara di quella avuta sin ora.

In tutte le esperienze che descriverò in questa Memoria ho impiegato un galvanometro di 24000 giri, che è quello stesso usato nelle ricerche d'elettricità muscolare. Nel maggior numero dei casi le estremità del galvanometro consistevano nelle due solite lamine di zinco, ognuna delle quali è immersa in una soluzione neutra e satura di solfato di zinco; questa soluzione è contenuta in due piccoli bicchierini, ognuno dei quali ha il solito cuscinetto di flanella o di carta imbevuto dello stesso liquido. Prima di cominciare l'esperienza bisogna assicurarsi, facendo toccare i due cuscinetti insieme, che tutto è perfettamente omogeneo. In alcune esperienze ho usato lamine di platino ben lavate prima con una soluzione di potassa, poi nell'acido solforico, quindi nell'acqua, e più volte riscaldate colla fiamma d'alcole: il liquido adoperato colle lamine di platino e coi soliti bicchierini e cuscinetti, fu, o acqua di mare, o un liquido ottenuto comprimendo in un sacchetto di tela l'organo di una torpedine dopo averlo tagliato in pezzetti e triturato. Colle lamine di platino, fatta una esperienza, conviene aspettare che cessino le polarità secondarie, oppure distruggere questa polarità col riscaldamento. Coi due liquidi nominati e colle lamine di platino, le correnti sono molto più deboli e si estinguono molto più presto che colle lamine di zinco e col solfato di zinco. Il maggior numero delle esperienze fu dunque eseguito usando le lamine di zinco: ho operato colle lamine di platino e cogli altri due liquidi solamente per assicurarmi, come in fatti ho potuto fare facilmente, che i fenomeni erano gli stessi in tutti i casi e che non vi erano che differenze di intensità dovute a cagioni note.

Ecco l'esperienza principale. Taglio sopra una torpedine viva un pezzo di uno dei suoi organi, che riduco con altri tagli a un piccolo cubo, di cui due faccie sono ricoperte, l'una dalla pelle della schiena, l'altra dalla pelle della pancia. È indifferente per l'esperienza che la pelle sia tolta dall'una parte o dall'altra, ma solamente è necessario di ricordarsi quale è la faccia che era rivolta verso la schiena, e quale è la faccia che era rivolta verso la pancia. Il pezzo dell'organo così ridotto e che si compone forse di quattro o sei prismi riuniti, è posato sopra una lamina di gutta perca che si tiene colla mano. Si concepisce facilmente come si possa chiudere il circuito del galvanometro interponendo il pezzo così preparato dell'organo elettrico fra i due cuscinetti che comunicano colle estremità del galvanometro. Si può fare l'esperienza, ora toccando nello stesso tempo le due faccie parallele alla schiena e alla pancia, ora toccando due a due le faccie parallele all'asse dei prismi; si può finalmente toccare nello stesso tempo due faccie di specie diversa, cioè una parallela alle basi e l'altra parallela all'asse dei prismi. Il risultato generale si è, che non si ottiene mai alcun segno di corrente toccando le faccie laterali o parallele all'asse dei prismi, mentre negli altri casi si ha una corrente che fa deviare l'ago di tutto il quadrante e lo tiene deviato per ore e ore di 70 a 80 gradi e più, e che è costantemente diretta nello stesso senso della corrente più forte e istantanea che si ottiene nel momento in cui il pesce dà la scarica, e che, come ben si sa, è riconoscibile alla contrazione della rana galvanoscopica. Toccando coi cuscinetti del galvanometro una faccia dell'organo parallela alla base, cioè la schiena o la pancia, e una faccia laterale, la corrente che si ha è più debole che toccando schiena e pancia ed è diretta come se la faccia laterale corrispondesse a quella faccia, parallela alla base dei prismi, che realmente non entra in circuito. Questo risultato si ottiene ugualmente dopo aver tolta la pelle della schiena e della pancia, cioè toccando direttamente le sezioni parallele alle basi dei prismi: vedremo in seguito come per l'operazione di spogliare l'organo della pelle avvenga un aumento temporario nel potere elettro-motore dell'organo. Aggiungerò finalmente il risultato di un'esperienza che poteva anche esser giudicata superflua, che cioè non si ha alcun segno di cor-

rente toccando coi cuscinetti le due faccie di un pezzo di quella pelle fresca della schiena o della pancia che cuopre l'organo della torpedine.

Vi sono dunque nella funzione dell'organo elettrico della torpedine due fenomeni distinti, cioè l'effetto di un apparecchio elettro-motore costantemente carico, di cui la corrente non è sensibile che ad un galvanometro molto delicato, ma che pure quando l'esperienza è fatta in condizioni molto favorevoli, fa contrarre la rana galvanoscopica, ma sole al chiudere e all'aprire del circuito, e un secondo effetto che è istantaneo, di un'intensità molto più grande dell'effetto continuo, e che si sveglia per l'eccitazione dei nervi dell'organo.

Onde abbreviare la descrizione delle molte esperienze che ho tentate e far comprendere più facilmente i risultati a cui sono giunto, farò consistere principalmente questa Memoria in una serie di proposizioni sperimentalmente dedotte.

**1<sup>a</sup>. Proposizione.** « Il potere elettro-motore continuo dell'organo della torpedine, quale è stato precedentemente definito, esiste indipendentemente dall'azione immediata del sistema nervoso e si conserva per lungo tempo dopo la morte dell'animale ».

Per provare questa proposizione basterebbe di dire che il potere elettro-motore suddetto si ottiene da un pezzo d'organo tagliato sopra una torpedine morta da 48 ore e che si ha lo stesso risultato se si adopera un pezzo d'organo distaccato sopra una torpedine appena morta e lasciato all'aria per quel tempo. Già abbiám detto che lasciando l'esperienza a sè, l'ago dura deviato per 20 e 30 ore. Un'altra esperienza di questo genere si fa mettendo una torpedine morta dentro un recipiente qualunque in mezzo ad un miscuglio frigorifico di ghiaccio e sale: dopo 24 ore un pezzo d'organo di questa torpedine, che era duro e gelato alla prima, dava una deviazione press'a poco eguale a quella di un pezzo d'organo di una torpedine lasciato all'aria per quel tempo dopo la morte.

Per fare queste esperienze di confronto, è utile di ricorrere al noto metodo di opposizione dei due pezzi d'organo che si vogliono paragonare. A questo fine si dispongono i due pezzi d'organo, che devono avere all'incirca le stesse dimensioni so-

pra una lamina di gatta perca, facendo toccare assieme le due facce appartenenti alla schiena o alla pancia. Onde riuscire in questi confronti conviene usare specialmente due precauzioni, cioè i prismi dei due pezzi devono avere sensibilmente la stessa altezza; e, ciò che è più importante per una ragione che diremo in breve, i due pezzi devono essere stati tagliati e preparati circa nello stesso tempo, oppure si deve lasciar passare qualche tempo prima di cominciare l'esperienza.

Più concludente ancora delle esperienze surriferite è quella che passo a descrivere. Ho messo due torpedini pescate da 15 o 16 ore in una cavità formata in un gran blocco di ghiaccio in un ambiente di cui la temperatura era poco al di sopra dello zero. Dopo due giorni una delle torpedini fu provata al galvanometro ed ottenni dal suo organo una corrente di poco diversa da quella ottenuta due giorni prima. Fu rimessa di nuovo la torpedine in mezzo al ghiaccio e di due in due giorni l'esperienza venne rinnovata. La corrente andò diminuendo, ma non fu che dopo otto giorni che era ridotta, bensì nel senso solito, a 4 o 6 gradi. Ritengo da ciò che se ne possa dedurre questa conseguenza; che se la torpedine poteva essere mantenuta in un miscuglio frigorifico, o facendo l'esperienza nell'inverno piuttosto che nell'estate, come ho dovuto farla, il risultato che ho descritto sarebbe stato anche più straordinario, cioè che il potere elettro-motore dell'organo si sarebbe conservato anche per più lungo tempo.

Non è necessario di aggiungere che nella torpedine suddetta sin dal primo giorno, erano cessati non solo i segni dell'eccitabilità nervosa, ma quelli ancora dell'irritabilità muscolare. Merita però di essere notato che dopo il terzo o il quarto giorno un pezzo di muscolo della torpedine dava, benchè debolmente, i segni soliti d'elettricità muscolare.

Sotto questa stessa proposizione devesi ancora comprendere il risultato seguente. Ho preso due torpedini ad una delle quali ho iniettato sotto la pelle della schiena una certa quantità di soluzione di curaro. Neterò di non aver riscontrato differenza nel tempo trascorso fino a che le due torpedini si potessero considerare morte, nè mi è parso scorgere una differenza distinta fra le contrazioni svegliate nei due pesci irritando la midolla



spinale. Questa esperienza comparativa fu ripetuta tre volte e non trovai alcuna differenza notevole fra il potere elettro-motore degli organi dei due pesci.

2<sup>a</sup>. *Proposizione*. « Il potere elettro-motore dell'organo della torpedine aumenta notevolmente, e questo aumento persiste per un certo tempo, se il pezzo dell'organo è stato più volte eccitato in modo da ottenerne un certo numero di scariche ».

Questa proposizione, che è evidentemente di una grande importanza per la teoria della funzione elettrica della torpedine, è dimostrata da una esperienza elegante e che ho ripetuta molte volte senza che lasciasse alcuna incertezza. Distaccato uno degli organi da una torpedine viva, preparo sopra esso due pezzi delle stesse dimensioni avendo cura di conservare ad ognuno di essi il grosso filamento nervoso che vi si ramifica. Per ciò i due pezzi devono appartenere alla parte dell'organo rivolta verso le branchie del pesce; tagliando prima i nervi appena escono dal cervello e introducendo le forbici fra le branchie, si riesce senza grande difficoltà in questa preparazione. I due pezzi d'organo così preparati si posano al solito sopra la lamina di gutta-perca, facendo toccare assieme indifferentemente o le due faccie appartenenti alla schiena, o le due faccie della pancia: ne viene da questa disposizione che i due tronchi nervosi sono distesi sulla gutta perca normalmente all'asse dei prismi, come lo sono naturalmente. Allorchè si chiude il circuito al galvanometro colla doppia coppia opposta, si ha ordinariamente una debole deviazione, la quale non tarda a dileguarsi: mi è accaduta anche diverse volte di non avere sin da principio alcun segno di corrente, cioè di trovare i due pezzi d'organo dotati dello stesso potere elettro-motore. Allora apro il circuito del galvanometro senza nulla toccare ai pezzi d'organo e ciò è possibile per aver disposto sin da principio una interruzione col mercurio nel circuito. Preparo prontamente diverse rane galvanoscopiche di cui i nervi sono distesi sui pezzi dell'organo. Irrito allora uno dei tronchi nervosi, lo che posso fare o tagliuzzando il tronco o facendo passare per esso interrottamente una debole corrente elettrica. Ad ogni eccitazione si vede contrarre una delle rane galvanoscopiche, ciò che significa che il pezzo d'organo di cui s'irrita

il nervo, dà la scarica. Quando questo è accaduto cinque o sei volte di seguito, si richiude col mercurio il circuito del galvanometro. Allora si ottiene una deviazione fortissima nel senso dell'organo il cui nervo è stato eccitato e si vede questa deviazione diminuire adagio adagio. Allora si può alternare più volte l'organo di cui si eccita il nervo e sempre si troverà alla chiusura del circuito prevalente il potere elettro-motore dell'organo che è stato messo in attività. Queste alternative si possono ripetere più volte sugli stessi due pezzi d'organo, se si ha cura di non alterare troppo il nervo: però gli effetti vanno sempre diminuendo d'intensità e spariscono allorquando l'eccitazione del nervo non sveglia più la scarica dell'organo. Questa esperienza rende ragione della precauzione che ho detto doversi usare allorchè si confrontano due pezzi di organo: se i due pezzi non sono stati tagliati nello stesso tempo, è chiaro che l'ultimo preparato dovrà avere un potere elettro-motore più forte dell'altro, per cui bisogna per avere due pezzi eguali, o prepararli per quanto si può nello stesso tempo, o lasciare sparire la differenza.

In una Memoria, che spero poter presto pubblicare in questo Giornale, mostrerò quali sono i risultati che si ottengono operando sui muscoli vivi, nel modo stesso che abbiamo descritto per l'organo della torpedine.

**3<sup>a</sup>. Proposizione.** « Il potere elettro-motore dell'organo della torpedine non varia secondo la natura del gas nel quale è tenuto per lo spazio di 20 a 30 ore ».

Questa proposizione è al solito dimostrata con esperienze fondate sul metodo di opposizione. Preparo diversi organi distaccandoli da torpedini vive e introduco questi organi sotto campane di vetro piene di diversi gas. Sono state fatte le esperienze di confronto fra l'organo lasciato nell'aria libera e l'organo tenuto in una campana rovesciata sul mercurio e piena successivamente dei gas seguenti: ossigene, idrogene, acido carbonico. Ho provato anche lo stesso confronto sopra un organo che era stato tenuto nell'aria molto rarefatta. Ripetendo varie volte queste esperienze, sono giunto alla conclusione, che nessuno di quei gas esercita un'influenza distinta e costante sul potere elettro-motore dell'organo della torpedine.

**4<sup>a</sup>. Proposizione.** « La natura del liquido in cui si tiene

« per un certo numero di ore ( 18 a 20 ore ) l'organo della torpedine, ha un' influenza notevole e costante sul potere elettro-motore che conserva l'organo dopo quel tempo: questo potere è quasi inalterato dall'acqua di mare e dalle soluzioni saline neutre e concentrate, mentre in queste stesse soluzioni, rese, benchè debolissimamente, acide o alcaline, il potere elettro-motore è presto estinto ».

Queste esperienze fatte col solito metodo erano eseguite nello stesso tempo sopra un pezzo d'organo di torpedine lasciato all'aria o tenuto nell'acqua pura e un pezzo simile immerso nei liquidi suddetti. Ho riscontrato costantemente che un organo lasciato nell'acqua pura o all'aria perde di potere elettro-motore rispetto ad un organo lasciato nell'acqua di mare o salata. Aggiungendo all'acqua di mare alcune gocce o di acido nitrico, o di acido idroclorico, o di solforico, oppure di soluzione di ammoniaca o di potassa, in quantità appena sufficienti per agire sulle carte reattive, ho riscontrato costantemente che il potere elettro-motore dell'organo della torpedine che è stato per quel tempo immerso in questi liquidi, era completamente estinto.

Ho provato anche a tenere l'organo immerso nell'acqua di mare riscaldata a  $+40$  o  $+50^{\circ}$  C. e non ho trovato che la temperatura abbia influenza sul potere elettro-motore. Anzi, in due esperienze fatte al solito con due pezzi d'organo opposti e riscontrati eguali, ho riscontrato che uno di essi acquista un potere elettro-motore più forte dopo essere stato tenuto per alcuni secondi sopra la corrente di aria calda che s'innalza dai carboni accesi.

5ª. *Proposizione.* « Un pezzo d'organo o un organo intero di una torpedine viva, posto in una quantità limitata d'aria atmosferica, non altera sensibilmente la composizione dell'aria se vi è lasciato o in riposo o mantenuto in attività, per tutto quel tempo in cui l'organo stesso ha facoltà di agire ».

Queste esperienze sono state fatte mettendo l'organo della torpedine dentro a vasi di vetro simili a quelli nei quali si fanno le esperienze sulla respirazione muscolare: si può, ripeto, lasciar l'organo in quiete, oppure mantenerlo in attività facendo passare una corrente interrotta pei suoi nervi. Facendo cessare l'esperienza dopo 8 o 10 minuti, che è il tempo in cui si

dura a vedere che l'organo dà la scarica ogni volta che si irritano i suoi nervi, si trova che l'aria in cui quell'organo è stato tenuto non ha sensibilmente cambiato di composizione. Bisognerebbe prolungare l'esperienza per molto tempo per trovare qualche traccia di acido carbonico e assorbimento d'ossigeno.

Ho fatto un'esperienza di confronto sopra un peso di muscoli di rana eguale a quello di un organo di torpedine: coi muscoli e dopo 10 o 15 minuti, si riscontrava già una quantità notevole di acido carbonico sviluppato, mentre coll'organo della torpedine non se ne aveva segno distinto.

6.<sup>a</sup> *Proposizione.* « La temperatura dell'organo della torpedine, determinata coi metodi più delicati della fisica, non varia sensibilmente allorchè eccitando i nervi dell'organo, esso è mantenuto per un certo tempo in attività ».

Questa proposizione è stata dimostrata usando un termometro delicatissimo di Walfredin di cui la palla piccolissima era immersa nell'organo e la colonna osservata con un cannocchiale. È stata anche tentata la stessa esperienza usando due pinzette termo-elettriche opposte, una delle quali era immersa nell'organo tenuto in attività e l'altra in un organo simile lasciato in quiete. Bisogna aver cura di cuoprire le pinzette termo-elettriche di uno strato di vernice di gomma lacca assai grosso per impedire all'elettricità dell'organo di scaricarsi per il circuito del galvanometro.

7.<sup>a</sup> *Proposizione.* « Il potere elettro-motore continuo dell'organo della torpedine, varia colla lunghezza dei prismi, mentre è sensibilmente indipendente dalla grossezza del pezzo o numero dei prismi su cui si esperimenta ».

Anche questi esperimenti sono stati eseguiti col metodo solito dell'opposizione; se non che bisogna aver cura di usare un organo già molto indebolito e che abbia perduta la facoltà di dar la scarica allorchè esso si taglia o si eccitano i suoi nervi. Si possono opporre due pezzi d'organo presi sulla stessa torpedine l'uno sulla porzione dell'organo che è più alta, e l'altro sulla porzione più sottile in cui i prismi sono meno alti. Si ottiene lo stesso risultato agendo prima su due pezzi d'organo di eguale altezza, poi riducendo alternativamente l'altezza ora dell'uno, ora dell'altro pezzo. Torno a ripetere, che queste espe-



rienze riescono bene sull'organo preso da una torpedine, 20 o 30 ore dopo la morte, perchè allora solamente sono spariti gli effetti della eccitazione dell'organo ( 2.<sup>a</sup> *Proposizione* ).

8.<sup>a</sup> *Proposizione*. « Tutte le altre circostanze essendo eguali, il poter elettro-motore di un pezzo d'organo preso sopra una torpedine viva, supera quello di un gastrocnemio di rana ».

Ho creduto che potesse offrire qualche interesse il confronto del poter elettro-motore dell'organo della torpedine con quello del muscolo di rana. Quindi ho preso questi due elettro-motori animali della stessa altezza e allo stesso grado di vitalità e li ho opposti l'uno all'altro. L'esperienza è stata fatta un gran numero di volte e sempre collo stesso risultato. Ho lasciato i due pezzi in contatto per molte ore sotto una campana di cui le pareti erano umide ed ha sempre persistito la prevalenza dell'organo della torpedine.

Due gastrocnemi riuniti a pila e opposti a un pezzo d'organo di torpedine, danno una corrente nel senso dei due gastrocnemi.

9.<sup>a</sup> *Proposizione*. La sostanza dell'organo della torpedine, presa sopra questo pesce allo stato di massima vivacità, è assolutamente neutra. Questa proprietà non varia, anche dopo aver costretto l'organo a dare un gran numero di scariche irritando il quarto lobo. Questa sostanza, lasciata all'aria, dopo averla tagliata e triturrata in un mortaio, mostra dopo qualche ora una leggiera reazione alcalina, e se la sostanza è stata tenuta in un tubo di vetro chiuso, si riscontra uno sviluppo di ammoniaca coi vapori dell'acido idroclorico. L'infusione acquosa della sostanza dell'organo triturato, lascia per evaporazione un residuo che ha una reazione acida molto intensa.

#### *Idee generali e ipotesi.*

Tutte le proposizioni precedenti, che verisimilmente si riuscirebbe a verificare sopra tutti i pesci elettrici, mettono in evidenza delle differenze notevoli fra il modo intimo di agire dell'organo della torpedine e quello della fibra muscolare. Vi è in questa ultima una grande attività chimica accompagnata da svi-

luppo di calore e dalla produzione di una certa quantità di lavoro meccanico; nell'organo della torpedine invece le azioni chimiche sono debolissime, non vi è calore svolto, non movimento; sicchè la sua funzione sembra ridotta quasi ad uno stato statico che non dipende immediatamente dal sistema nervoso, ma che può essere grandemente esaltato dall'azione nervosa. I nervi agiscono sull'organo della torpedine in due modi distinti, cioè: determinando le condizioni materiali che costituiscono quell'apparecchio elettro-motore, e più risvegliando le condizioni, pure sconosciute, da cui dipende la scarica istantanea.

Non vi è alcuna delle proposizioni precedentemente stabilite che non possa conciliarsi colla ipotesi che l'organo elettro-motore elementare della torpedine sia formato da due strati liquidi, per esempio l'uno acido e l'altro alcalino, distribuiti in quest'organo e sviluppati sotto l'azione nervosa in punti determinati dell'organo stesso.

L'esperienza sola può gettare nuova luce sopra la teoria di un apparecchio elettro-motore così singolare e che ha rapporti così intimi coll'apparecchio elettro-motore muscolare: contento dei passi fatti, farò nuovi sforzi per spingermi più innanzi in quella via.



**SULLA SCARICA LUMINOSA DELLA BATTERIA VOLTAICA, ESAMINATA  
NEI COSÌ DETTI TUBI VUOTI A ACIDO CARBONICO; DI GASSIOT.**

*( Proceedings of R. Society, Febr. 6, 1880 ).*

Il sig. Gassiot che ha già molto studiato i fenomeni della scarica luminosa ottenuta coll'apparecchio di Ruhmhorff, e facendo passare la corrente indotta nei tubi, di cui il voto è preparatoempiendoli di acido carbonico e assorbendo il residuo colla potassa, studia oggi gli effetti stessi e negli stessi tubi della

scarica delle pile a acqua di quelle di Daniell e di Grove. La pila a acqua usata da Gassiot è formata di 3520 coppie bene isolate. L'Autore ha trovato che ogni volta che la potassa del tubo era riscaldata, la scarica invece di divenire più brillante cessava interamente. Ordinariamente la scarica sembra continua nel tubo vuoto e l'ago del galvanometro indica una deviazione fissa: tuttavia con un apparecchio di rotazione si riconosce che le scariche sono intermittenti. In generale si ottiene la solita luce stratificata dal polo positivo fino in contatto del polo negativo in cui si produce la scintilla o stelletta di luce vivissima.

L'Autore è passato in seguito a sperimentare colla scarica ottenuta da 512 coppie di Daniell ben isolate. Facendo passare la scarica per i soliti tubi vuoti nei quali gli elettrodi ora di platino, ora d'argento, ora di carbone, erano distanti circa 6 pollici, non vi fu alcun segno di scarica luminosa nè di passaggio di corrente. In un tubo in cui quella distanza non era che di 4 pollici, vi fu qualche segno di luce al polo positivo e la solita stella al polo negativo.

Finalmente l'Autore è passato ad usare la batteria di Grove che era formata di 400 elementi bene isolati dalla quale si ottenevano segni fortissimi di tensione e una serie di scintille fra i due dischi del micro-elettrometro di Gassiot. Coi soliti tubi e riscaldando la potassa, si ebbero segni di luce anche stratificata e di una forma particolare e segni al galvanometro del passaggio della corrente. Da tutti gli esperimenti tentati si conclude che una scarica con scintille si ottiene nell'aria dalla pila di Grove come dalla pila ad acqua e che nei soliti tubi vuoti si può ottenere la luce stratificata come usando l'apparecchio di Ruhmkorff; lo che prova che la causa della stratificazione non risiede nell'azione particolare di quest'apparecchio. Colle due pile suddette non si è mai ottenuto arco voltaico propriamente detto, ma solamente si ha una serie di scintille nell'aria. Nei tubi vuoti si ha la scarica luminosa, sopra tutto quando la potassa è riscaldata e in questo caso il poter conduttore del tubo vuoto è notabilmente accresciuto come lo mostra il galvanometro. L'Autore ricorda alla fine di avere attribuita la causa della stratificazione della luce elettrica agli impulsi di una forza che agisce in un mezzo molto attenuato ma pur resistente: poichè si co-

tiene la stratificazione anche dell' arco voltaico si può concludere che la scarica della pila non è continua ma intermittente e che consiste in una serie di pulsazioni o di vibrazioni di una velocità più o meno grande secondo la natura della pila e la conducibilità del mezzo in cui avviene la scarica.

L'Autore ha finalmente mostrato alla Società Reale la possibilità di applicare all'illuminazione la scarica dell'apparecchio di Ruhmkorff. L'Autore ha preparato una specie di spirale piana con un tubo vuoto al solito e di  $\frac{1}{16}$  di pollici di diametro. Le estremità di questo tubo erano allargate e in ognuna di esse s'introduceva l'elettrode saldato al tubo. Nel momento in cui la scarica indotta era trasmessa, tutta la spirale diveniva luminosa di una luce intensa e bianca, e Gassiot ha fatto vedere che questa luce non variava sensibilmente d'intensità, dopo di avere aggiunto 14 miglia del solito filo di rame coperto di gutta percha che si usa nei telegrafi.



INTORNO AD ALCUNI FENOMENI CHE PRESENTA LA RIFLESSIONE  
MULTIPLA DEL SUONO; NOTA DEL SIG. DOTT. RUGGIERO  
FABRI.

Per le leggi ben note della riflessione del suono, allorquando si produce un movimento vibratorio fra due superfici piane, e parallele, le onde aeree generate da esso appena hanno raggiunto una delle superfici, si riflettono rivolgendosi verso l'altra, la quale alla sua volta le rimanda alla prima, e così di seguito, sicchè quantunque sia cessata la causa delle vibrazioni, pure nello spazio compreso fra le due superfici riflettenti, continuano a passare le onde aeree per un certo tempo. Questa è la ragione dei così detti echi multipli, nei quali un suono viene udito molte volte, in tempi periodicamente proporzionali alle due distanze delle superfici riflettenti, abbastanza lontane fra loro, perchè possano essere ripetute diverse sillabe senza confusione.

Quando le due superfici sono molto vicine, le ripetizioni si succedono rapidissimamente, ed il numero loro aumenta; e se tanto l'ascoltatore quanto il corpo che eccita le vibrazioni si trovano nel mezzo esatto delle due superfici, le ripetizioni si succedono ad uguali intervalli di tempo, per lo che un unico colpo potrà essere seguito da un suono musicale perfettamente determinato prodotto da tutti i colpi successivi ed isocroni, che riceve l'orecchio per le successive riflessioni.

Perchè riesca bene il fenomeno, bisogna che le due superfici riflettenti abbiano una certa altezza, e siano ben piane, senza alcuna interruzione di parti rilevate od incavate. Io ho trovato opportunissimo un luogo ove sono due muri paralleli, privi affatto di finestre ed ornamenti, distanti 6<sup>m</sup>,50 l'uno dall'altro, ed alti circa otto metri; ed è stato sempre di notte e coll'aria quieta che l'esperienza è riuscita perfettamente, perchè di giorno il suono musicale era molto meno sensibile.

Essendomi recato molte volte in questo luogo, ho sempre riconosciuto che ogni piccolo colpo prodotto, o colle mani, battendole una sull'altra, o con un piede sul terreno, era generalmente seguito da un suono di intensità decrescente, ma sempre dello stesso tuono, che aveva una qualche somiglianza con quelli che si ottengono pizzicando colle dita le corde di un contrabbasso. Paragonato questo suono con altri suoni di uno strumento accordato perfettamente con un corista *la*, di 880 vibrazioni per secondo, l'ho trovato essere circa il *la*<sup>b</sup><sub>-1</sub>, ossia un mezzo tuono al di sotto del suono della corda più bassa del contrabbasso italiano, il che importerebbe 105,60 vibrazioni per secondo. Se ora si osserva che ogni onda, partendo dal mezzo, percorrerà 3<sup>m</sup>,25 a raggiungere i muri stessi, e poscia altri 3<sup>m</sup>,25 a ritornare nel mezzo e se si calcolano, come nella sirena, due vibrazioni per ogni colpo, ossia una pel colpo, e l'altra in senso contrario pel silenzio, prendendo per la velocità del suono 340 metri per secondo, avremo  $\frac{340}{3,25} = 104,61$  numero, poco differente da quello ritrovato sperimentalmente.

Con questo mezzo ho potuto comodamente trasformare in suoni musicali, dei colpi qualsiasi isolati, come se avessi avuta una macchina che li avesse ripetuti rapidissimamente od isocro-

namente, ed ho potuto riconoscere, che a seconda della diversa natura di essi cambiava sensibilmente il timbro del suono prodotto, sicchè parmi potere stabilire che la diversa natura dei colpi elementari, ossia delle vibrazioni, ha un'influenza sul timbro o metallo del suono risultante, senza però con questo escludere che possano contribuirvi anche altre circostanze.

In queste esperienze ho notato che molte volte con certi colpi quasi istantanei, non si udiva suono, ma bensì una specie di tremolio, ossia una serie di rapidi battimenti, confermando con ciò quello che osservò Savart colle ruote dentate, che cioè con delle vibrazioni di ugual durata, si potevano produrre ora suoni, ed ora battimenti secondo le circostanze.

È anche osservabile la notevole diminuzione d'intensità del suono, quando il terreno fra i due muri era ricoperto di neve, il che prova che anche questi suoni a somiglianza di quelli degli altri corpi sonori, vengono rinforzati da quella specie di riflessione che ordinariamente si chiama risuonanza, la quale, come è noto, riesce quasi nulla, quando le onde sonore percuotono corpi non rigidi, come sarebbero, a somiglianza della neve, gli apparati, le tappezzerie, ec. che si suol dire abbiano la facoltà di assorbire il suono.

Da tutto l'esposto si comprenderà facilmente, che un luogo ove si trovano due muri paralleli, che riproducano bene il fenomeno ricordato, può considerarsi come una macchina, la quale può servire a conoscere.

1°. I numeri assoluti delle vibrazioni dei suoni, quando si conosca esattamente la velocità del suono nelle condizioni dell'esperienza.

2°. La velocità del suono, allorquando si abbia un suono fisso di cui si conosce precisamente la durata delle vibrazioni, col quale paragonare quello dell'esperienza.

3°. La temperatura dell'atmosfera, giacchè è notissima la influenza che essa ha nella velocità del suono; cosicchè questi due muri possono considerarsi anche come un termometro acustico, di cui la sensibilità dipende da quella dell'orecchio dello sperimentatore per distinguere le minime differenze di tuono, la quale in alcuni individui, molto esercitati nell'arte musicale, è grandissima.

**NUOVE ESPERIENZE FATTE COLLA MACCHINA DI RUHNKORFF PER  
METTERE IN EVIDENZA LA FORZA REPULSIVA DELLE SUPER-  
FICIE INCANDESCENTI; DI M<sup>r</sup> FAYE.**

*(Comptes Rendus, 9 Juillet 1860).*

I Fisici conoscono i diversi tentativi fatti in addietro per scoprire se vi è un'azione repulsiva esercitata da un corpo riscaldato o da un raggio solare sulla materia. Di questa specie si è creduto che fosse la variazione della forma della bolla d'aria di un livello e il movimento di questa bolla all'approssimarsi di un corpo riscaldato. Così pure fu riguardato il movimento repulsivo apparente di una goccia d'olio che bagna un filo metallico allorchè è immerso o avvicinato ad una fiamma qualunque. Questi fenomeni più naturalmente si devono attribuire alle forze capillari.

Anche il celebre Fresnel immaginò di far cadere un fascio di raggio solare o il foco di questo raggio sopra un disco metallico fissato all'estremità di una leva mobilissima di una specie di bilancia di Coulomb. Fu provato poi, e ne convenne Fresnel stesso, che quei movimenti erano dovuti a correnti d'aria eccitate nella campana da disuguaglianza di riscaldamento.

Noi riferiremo anche qui un'altra esperienza tentata con cura e diretta a scoprire che vi era un'azione fra la luce e l'elettricità statica. In questa esperienza in vece di un'asta sola avevamo disposto nella bilancia di Coulomb, due aste eguali di gomma lacca, fissate ad angolo essendo il vertice dell'angolo anche il centro di sospensione della doppia leva. Le due aste terminavano dalla stessa parte con due palline metalliche dello stesso diametro. Si concepisce facilmente come possano queste due palline ricevere la stessa carica elettrica. Una volta elettrizzate, si fa discendere e si fissa a ugual distanza da esse un'altra sfera metallica pure isolata e elettrizzata. Disponendo l'esperienza con attenzione, si riesce a stabilire l'equilibrio, cioè a far sì che le due palle mobili si fissino circa alla stessa distanza

di quà e di là dalla palla fissa carica della stessa elettricità. L'apparecchio essendo così disposto e preparato in una stanza oscura, ho fatto cadere sopra una delle palle mobili un fascio di luce solare riflesso dallo specchio di un eliostato e l'esperienza ha proceduto come se la luce non avesse nessuna influenza sensibile sull'elettricità statica.

Il sig. Faye partendo da una sua ipotesi sulla natura delle comete e sulle cause delle variazioni di forma che esse subiscono secondo la loro varia distanza dal sole, è stato indotto a tentare qualche esperienza che doveva mettere in evidenza la forza repulsiva delle superficie incandescenti.

L'apparecchio è stato costruito dal sig. Ruhmkorff e consiste in un pallone di vetro, che ha quattro aperture, ognuna delle quali è munita di una ghiera di ottone. Per mezzo delle due ghiere verticali, penetrano i due elettrodi che comunicano coi poli di uno di quei celebri apparecchi d'induzione che questo abile Costruttore eseguisce e coi quali si può ottenere una serie di scintille di 30 e anche di 40 centimetri di lunghezza. Le altre due ghiere orizzontali sono riunite da una sottile lamina di platino: mettendo queste due ghiere in comunicazione con una pila di Bunsen o di Grove, la lamina di platino non tarda a divenire incandescente. Si comincia l'esperienza facendo passare la scintilla fra una delle ghiere verticali e una ghiera orizzontale: la luce *bleu* si spande sulla lamina di platino. Allora si fa passare la corrente per la lamina di platino e al momento in cui questa diventa incandescente, si vede la luce *bleu* staccarsi dallo superficie della lamina di platino; quest'effetto cessa allorchè la lamina si raffredda. Fu osservato che questo allontanamento diveniva molto minore facendo rientrare una certa quantità d'aria nel pallone.

Per quanto sia grande il dubbio che noi abbiamo che cioè i Fisici e gli Astronomi vogliano ammettere la conclusione che l'illustre Autore deduce da quest'esperienza, non è però meno a desiderare che essa sia ripetuta e variata convenientemente. Fra le altre cose vorremmo che il pallone fosse disposto con quattro ghiere in croce e così per un diametro passerebbe la scintilla elettrica e per l'altro la lamina di platino incandescente. Oltre all'influenza del riscaldamento sulla materia che pur



rimane nel pallone e sulla materia degli elettrodi, bisogna anche considerare l'azione reciproca delle due correnti. Insomma è un'esperienza molto delicata, dalla quale difficilmente si giungerà ad avere un risultato bene approvato, ma che bisogna studiare di nuovo.

C. M.

RELAZIONE AL GOVERNO DEL SIG. LE VERRIER SULL'ECLISSE  
TOTALE DEL 18 LUGLIO 1860.

La benevolenza colla quale avete seguito gli apparecchi della nostra spedizione in Ispagna, ha fatto nascere in Voi il desiderio di conoscerne senza indugio i primi risultati. Adempio sollecito alle vostre istruzioni, inviandovi una relazione più minuta che nol poteva essere il mio dispaccio telegrafico di ieri.

Anche questa stessa lettera sarà incompleta. Il lavoro di quelli tra i miei collaboratori che sono rimasti nella montagna non mi è pervenuto: non posso quindi intrattenere V. Ecc. che delle mie osservazioni proprie e di quelle del sig. Leone Foucault, senza insistere sulla loro discussione, che richiederà il controllo di certe esperienze.

L'ordine d'invviare in Ispagna una spedizione alla quale noi non eravamo apparecchiati affatto, mi è pervenuto il 18 Aprile. Ci rimanevano tre mesi appena per organizzare osservazioni la cui durata totale doveva essere di *tre minuti*. Ora non vi è chi non comprenda quanto la brevità del fenomeno ne renda difficile lo studio.

I tempi precisi delle fasi, necessari alla rettificazione delle tavole astronomiche e all'apprezzazione del fenomeno fisico, al quale si pose nome d'irradiazione; la forma delle punte della parte del disco solare rimasta scoperta, collegata all'esistenza possibile di un'atmosfera della luna; la corona luminosa semplice o multipla e i suoi sprazzi; le appendici vermiglie, const-

derate or come protuberanze, or come montagne, or come semplici fenomeni ottici; l'esame attento della superficie della luna, sulla quale si è creduto notare varie volte punti brillanti o luci serpeggianti: tutte queste questioni e i loro particolari multipli all'infinito avrebbero dovuto studiarsi *in tre minuti*, e ciò, lungi dal nostro paese, in un osservatorio organizzato in furia. Còmpito ingrato e pericoloso!

Qualsivoglia ricerca scientifica si svolge nello stesso modo. Vi si procede con un piano studiato maturatamente, dopo aver raccolto tutti i mezzi d'azione, col tempo per noi e nel silenzio del nostro gabinetto. Ora le idee che si erano concepite sono sino da bel principio capovolte. Ei conviene cercare altra via, e non la si trova che dopo mesi od anni. Quasi mai si scopre quanto si andava cercando, ma qualche altra cosa.

La necessità di osservare un'eclissi in tempo brevissimo, durante il quale non si ha tempo di rimediare al difetto di uno strumento, nè di riflettere ad un fenomeno, che non sarà più al momento in cui il suo aspetto vi avrà suggerito qualche utile ricerca, è contraria dunque alle serie abitudini della scienza. Già l'esperienza c' insegnò in questa materia che coloro, i quali non si sanno restringere e vogliono abbracciare tutto non giungono ad alcun utile risultamento. In conseguenza avendo V. E. deciso che s'inviassero in Ispagna i miei valenti collaboratori Ivone Villarceau, Chacornac e Leone Foucault, fu concertato che il lavoro sarebbe limitato e distribuito come segue:

I signori Villarceau e Chacornac dovevano occuparsi dei cambiamenti di altezza e di posizione di una o due al più delle appendici luminose a fine di giudicare sulla loro origine.

Il sig. Foucault doveva studiare la corona e fare delle esperienze di fotometria fotografica, cui le relazioni degli eclissi anteriori rendevano molto delicate.

Finalmente, se mi era possibile raggiungere la spedizione, io dovevo osservare principalmente le fasi astronomiche del fenomeno e cercar di ottenere una descrizione esatta del suo complesso.

Due telescopii del sistema del sig. Foucault furono destinati alle misure: ma, siccome i metodi ordinarii sarebbero stati troppo lunghi, questi strumenti, montati per altra parte equatorial-

mente, furono muniti di micrometri particolari da impiegarsi rapidamente, immaginati dal sig. Villarceau e che potevano occorrendo far il loro ufficio nell'oscurità.

Oltre un buon cannocchiale di sei pollici d'apertura che mi era serbato, ne dovemmo recar con noi un altro della stessa forza che i signori osservatori Spagnuoli ci avevano chiesto.

Se a questo materiale ed agli apparecchi fotometrici si aggiunge uno stromento meridiano per determinare l'ora del luogo, dei cronometri per la misura del tempo, dei barometri per la determinazione delle altezze, un contatore dei cercatori, finalmente un grande stromento meridiano appartenente al deposito della guerra e che servirà alla determinazione della nostra longitudine, si avrà un'idea del bagaglio scientifico cui ai 28 di Giugno facevamo prendere la strada di Spagna.

Più considerabile ancora era del resto la spedizione inglese. Il più gran bastimento della marineria reale d'Inghilterra messo a sua disposizione non avea bastato.

Ai primi giorni di Luglio il sig. Villarceau raggiungeva gli strumenti a Tudela, città situata sulle rive dell'Ebro nel centro della Spagna, e gli dirigeva immediate a Tarazona e quindi a 1400 metri di altezza, al luogo detto il Santuario, scelto per istazione. Vi si trovava già il sig. Novella astronomo dell'Osservatorio di Madrid.

Da mia banda, cogli amministratori telegrafici francesi e spagnuoli, io consacrava gli ultimi giorni allo studio del metodo che deve servirci a determinare la situazione geografica della nostra stazione. I risultati interessanti di questo lavoro saranno presentati e discussi nella nostra Memoria definitiva.

La domenica, 15 Luglio, avevo oltrepassato Pamplona quando l'orizzonte cominciò ad oscurarsi a destra. Scoppiava quindi un esteso temporale veggente da N-O che doveva essere per noi la causa di tante inquietudini. Quando infatti, verso le 8 di sera, mi fu possibile intravedere quelle montagne, ove ci avevano tanto assicurato che nel mese di Luglio le nuvole erano sconosciute, vidi colla più grande pena che ne erano compiutamente circondate. Nella notte arrivammo a Tudela colla tempesta, la trovai al lunedì mattina a Tarazona, ove s'udiva mugghiare il tuono nella montagna.

La nostra stazione del Santuario si trovava essa stessa in mezzo alle nuvole quando vi giunsi nel pomeriggio. Presi immediatamente tutte le misure a fine di trarre dai villaggi vicini potenti mezzi di trasporto pel caso in cui fossimo costretti ad allontanarci. Inviai uno espressamente a Tudela per reclamare, pel telegrafo di Madrid, la conoscenza dello stato del tempo sul lido boreale del golfo di Guascogna, donde veniva il vento, e fatto ciò, impiegai il resto del lunedì per superare, coi signori Chacornac e Foucault, i mille metri che ci separavano dalla sommità del picco e riconoscere, per qualche intervallo di chiarore, che da ogni banda si stendevano indefinitamente le nubi.

Al martedì nell'ora in cui al domani doveva succedere l'eclisse, noi eravamo ancora nelle nuvole: la risposta attesa da Madrid mi faceva conoscere che l'atmosfera sul lido S. Sebastiano a Santander era assai tormentata. In una nuova visita alla sommità del picco la trovai involupata nelle nuvole. Al mio ritorno si suonava la campana del Santuario per rannodare i viaggiatori cui aveva fuorviati nella montagna la nebbia.

Noi non potevamo più esitare. Fu risoluto che al domani noi lascieremmo al Santuario e secondo il loro desiderio i signori Villarceau e Chacornac, i cui strumenti erano poco trasportabili, mentrechè i signori Novella, Foucault ed io, partendo con un convoglio ancora assai considerabile, discenderemmo nella pianura e cammineremmo sino all'ultimo momento incontro al bel tempo che sembrava essere stato alla vigilia.

Al mercoledì, 18, per tempissimo, noi scendevamo rapidamente le chine scoscese della montagna in mezzo alla nebbia che cadeva in fina pioggia. Noi incentrammo tosto la testa di una lunga colonna di abitanti della contrada che salivano per venire al nostro osservatorio e la cui maraviglia, nel vederci partire, ci avrebbe interessato, se fossimo stati meno preoccupati. Infatti passava il tempo senza che noi uscissimo dalla nebbia e solo alle nove scorgevasi un raggio di sole. Da questo momento si rischiarò il cielo in faccia a noi, e siccome camminavamo sempre nella stessa direzione, ci trovammo finalmente verso le 11 sopra un piccolo altipiano a mezzodì del cimitero di Tarazona e sotto un cielo che non cessò d'esser magnifico durante tutto l'eclisse.

Alcuni momenti dopo noi eravamo circondati da una intera popolazione benevola e desiderosa di esserci utile.

I nostri strumenti intanto erano montati, i cronometri comparati, e ci trovavamo in grado di osservare l'eclissi di cui era imminente il principio. Notai la prima impressione del disco della luna sull'orlo del sole a

1<sup>h</sup> 45' 25"

tempo del cronometro Bréguet N. 790. Questo tempo e i seguenti avranno bisogno di una correzione comune, che sarà fornita dalle osservazioni meridiane fatte al Santuario. Ma sin d'ora possono essere paragonati fra loro.

Sul disco del sole si trovavano più macchie. Una di esse presentava due nuclei separati da un filetto luminoso estremamente sottile e la cui occultazione ebbe luogo a

2<sup>h</sup> 44' 45".

Questa misura potrà essere utile per la sua precisione.

Da questo momento essendo divenuta debolissima la luce solare, l'atmosfera e gli oggetti circondanti cominciarono ad essere percorsi da quelle tinte sinistre che fanno viva impressione sopra chiunque è testimone di un'eclissi totale. Ma noi non dovevamo occuparci degli effetti poetici del fenomeno e anzi dovevamo guardarci accuratamente da ogni emozione.

I corni sottili del crescente non ci offesero alcuna specie di distorsione che si potesse attribuire alla presenza di un'atmosfera lunare. Il dileguarsi della luce ebbe luogo in modo affatto regolare.

L'ultimo raggio del sole svanì a

2<sup>h</sup> 57' 34", 7.

L'eclissi totale era cominciato.

Scrivendo rapidamente questo numero riconobbi che l'illuminazione generale dell'atmosfera era molto più grande che non facessero supporre le relazioni degli eclissi anteriori, giacchè po-

tei leggere e scrivere con facilità e senza l'uso delle lampade preparate per ogni caso.

Giungo alla descrizione delle appendici luminose ripartite sul circuito dei dischi sovrapposti della luna e del sole e secondo l'ordine in cui le esplorai: cioè cominciando dal punto al zenit apparente del sole, discendendo verso la parte inferiore del disco lungo il suo orlo S-O, risalendo all'E. sino al zenit e discendendo di nuovo verso l'O. sino al punto in cui il primo raggio solare ricomparve in fine dell'oscurità totale (parlo qui del fenomeno come si vedrebbe ad occhio nudo e non secondo le apparenze dei nostri cannocchiali, che danno le immagini rovesciate).

Forse, diceva io nell'istruzione preliminare compilata per la spedizione, alcuna delle appendici luminose comparirà interamente staccata dal disco della luna e mostrerà così nettamente la sua costituzione nuvolosa. Ora il primo oggetto che scorsi nel campo del cannocchiale, dopo il principio dell'oscurità totale, era una nube isolata e interamente separata dall'orlo della luna per uno spazio eguale alla sua propria spessezza: il tutto toccava l'altezza di un minuto e mezzo circa sopra una lunghezza doppia. Il colore di questa nube era un bel rosa misto a tinte violette e la trasparenza di cui era dotato sembrava rialzare sino al bianco lo splendore di alcuna delle sue parti.

Un po' superiormente e a destra due nuvole erano sovrapposte l'una all'altra: la superiore più piccola dell'inferiore. Esse mostravano gran diseguaglianza d'intensità nella luce. Tutte queste apparenze difficili a descrivere saranno rappresentate meglio da una pittura che avremo l'onore di diriger vi quanto prima.

Il resto del lato occidentale del disco, nonchè la sua parte inferiore, non presentava nulla di estraneo alla corona, la cui luce appariva perfettamente bianca e chiara di vivo splendore.

Ma all'E. a 30° sotto il diametro orizzontale scoprii due picchi elevati e contigui. Il lato superiore di ciascuno di essi era, come le nuvole, tinto vivamente dello stesso colore rosa e violetto, mentrèchè il lato opposto pareva bianco.

Non posso dubitare della forma che attribuisco a questi picchi. Come contrastava con quella delle prime appendici che aveva incontrate, verificai questa forma dentata con gran cura.

E per altra parte, spostando il cannocchiale il cui forte ingrandimento non mi lasciava vedere che piccola parte del disco solare, riconosceva un po' più su un altro picco in forma di dente separato dai due primi, della stessa forma che essi, colorato come essi e non differente che per dimensioni più considerabili.

L'ultima parte del disco solare nulla offriva di rimarchevole. Ritornando alla regione superiore, io ritrovai non alterate le due prime macchie che ho descritto.

Il momento in cui doveva cessare la totale oscurità si approssimava; per non mancare di misurare il tempo di questa fase importante, io diressi anzitutto l'istromento verso il punto ove essa doveva prodursi e, nei 20 secondi durante i quali io attesi il ritorno del primo raggio diretto del sole, raccolsi la parte forse più importante della mia osservazione.

Quel lembo del disco che io aveva trovato due minuti prima perfettamente bianco, era ora tinto di un leggiero filo di uno spessore inapprezzabile e d'un rosso porpora; ora a misura che i secondi scorrevano questo filo ingrandiva a poco a poco e formava bentosto intorno al disco nero della luna, sopra un'estensione di circa trenta gradi un orlo rosso d'uno spessore benissimo definito e crescente, e di cui il contorno era irregolare nella parte superiore.

Nello stesso tempo la luce della porzione della corona che durante gli ultimi secondi, emergeva dal disotto del disco della luna, si elevava con una tale rapidità che era in dubbio se io rivedeva la luce del sole. Non fu che alla riapparizione d'un raggio diretto, di cui la vivacità cancellò a sua volta quella della corona, che io fui sicuro della natura dei tre fenomeni che erano accaduti sotto i miei occhi, e che riassumo così:

1°. La parte visibile della superficie emergente del sole in tutta la sua estensione fino all'altezza di 7 a 8 secondi, era ricoperta di uno strato di nuvolette vermiglie che si vedevano accrescersi in spessore a misura che esse uscivano dal disotto del disco della luna. Convien credere che l'intera superficie dell'astro ne fosse seminata fino ad una piccola altezza, come ella n'è di macchiette luminose, e che le nuvolette rosee ne siano un'emanazione come le macchie che appaiono sul disco dell'astro?

2°. L' intensità della luce della corona, luce sempre bianca, varia con una grande rapidità nel punto più prossimo al disco solare.

3°. La riapparizione del disco solare ha avuto luogo a

3<sup>h</sup> 0' 49", 0.

L' oscurità totale aveva durato 3<sup>m</sup> 14<sup>s</sup>,3. Il disco della luna ha completamente abbandonato il disco solare a

4<sup>h</sup> 6' 20".

Tale è sig. Ministro il riassunto delle osservazioni che io ho potuto fare. Per ciò che concerne l'aureola, lo lascio alla penna del sig. Leone Foucault, conforme alla regola del nostro stabilimento che lascia a ciascuno la cura di redigere la parte ch' egli ha preso in un comune lavoro.

Ciò che si è detto fino ad ora rapporto all' intensità luminosa dell' aureola e delle appendici rossastre che apparivano al momento dell' eclisse totale, non permetteva guari di sperare che si potessero riprodurre con la fotografia. Ma indipendentemente dall' immenso vantaggio che vi sarebbe a fissare la traccia di un fenomeno così fuggitivo, potrebbe essere interessante al punto di vista della fotometria di riunire al fuoco d' un apparecchio assai convergente, fievoli raggi emessi dall' aureola e di farli agire sopra un parafuoco fotografico d' una determinata sensibilità. In conseguenza, fu preparata equatorialmente una camera oscura ordinaria, provvista d' un doppio obbiettivo a larga apertura e a corto fuoco e che dava sullo specchio ben terso un' immagine solare di vivissima luce. L' apparecchio portava un cercatore, ed era adoperabile con una vite di richiamo di maniera che mantenendo l' astro sulla crociata dei fili dell' oculare, si poteva tener l' immagine quasi immobile sul parafuoco della camera oscura. Non si doveva adunque che sostituire allo specchio terso delle lastre di cristallo collodionate e rese di recente sensibili, per sottoporle durante il tempo variabile all' azione dell' immagine reale dell' astro eclissato.

Appena scomparso l' ultimo raggio di luce diretta fu messo



al punto del fuoco una prima lastra, che ricevette un'impressione durante 10 secondi. Quindi fu surrogata da una seconda che vi rimase 20 secondi e da una terza che vi stette 60 secondi. All'uscir dalla camera scura, le tre lastre furono spalmate di solfato di ferro e cianuro di potassa, nello scopo di ottenerne delle prove *positive dirette*. Nella precipitazione del lavoro, degli spostamenti furono involontariamente impressi all'imposta che teneva la prima lastra quando l'obbiettivo era già scoperto; da ciò sono risultate varie immagini, che si sono formate accidentalmente in brevissimo tempo, e che forniscono alla discussione degli elementi preziosi ed inattesi. Insomma, sopra le tre lastre si sono ottenute sei immagini distinte, di cui tre si sono formate in un tempo che non eccedeva il quarto di un secondo, e le tre altre risultano da impressioni che hanno durato 10, 20 e 60 secondi.

Le tre immagini formate in una frazione di secondo al momento in cui il sole spariva, non offrono una rappresentazione completa della aureola; esse si riducono a una circonferenza di cerchio circondante il disco oscuro della luna, e presentando delle variazioni di intensità che, riprodotte tre volte, non si potrebbero attribuire ad accidenti della preparazione. Dalla parte ove avveniva il contatto interno, questo contorno circolare accusa un rinforzo di intensità, ciò che conferma in una maniera autentica l'impressione già segnalata dal sig. Le Verrier. Inoltre si rimarca sopra queste tre immagini delle irregolarità ugualmente situate che sembrano una rappresentazione esagerata delle irregolarità del contorno lunare.

Quando si ripongono le prove nella situazione reale degli astri si può constatare che fra quelle dentellature ve ne sono due principali e contigue situate all'estremità inferiore e orientale d'un diametro inclinato a 45 gradi.

Le tre altre prove danno all'aureola una estensione che cresce secondo la durata del tempo di esposizione. Quest'aureola diminuisce a misura ch'ella si allontana dall'astro ed essa si perde senza linea di demarcazione con la tinta di fondo che rappresenta il cielo. Nella prova che ha subito 60 secondi di esposizione, l'aureola si estende sensibilmente ad una distanza uguale a tre volte il raggio del disco centrale. Ma secondo certe dire-

zioni particolari, l'aureola offre nella sua intensità delle variazioni positive e negative che rappresentano i raggi d'una gloria; l'uno di essi più apparente degli altri si prolunga su tutte le prove al di là del resto dell'aureola e sembra emanare precisamente dal punto occupato dalle dentellature di già indicate nell'estremità della luna.

Tali sono i fatti risultanti da una esperienza nella quale si proponevano unicamente d'apprezzare l'attività fotogenica dell'aureola sul collodio umido. L'accordo esistente nelle sei prove, fornisce elementi positivi per la discussione della natura dell'aureola che io conto di utilizzare.

Benchè si conducesse con la mano l'apparecchio fotografico, si poteva profittare del *cercatore* per contemplare *de visu* l'aspetto del fenomeno e raccogliere dalle impressioni, che debbono calcolarsi se si vuole spiegare la presenza della luce ripartita sotto forma di gloria intorno al disco oscuro della luna.

Se l'aureola appartiene al sole perchè quella rapida decrescenza della intensità a partire dal lembo oscuro della luna, perchè quei raggi di cui la distribuzione sembra in rapporto con le ineguaglianze del contorno del nostro satellite? Se essa appartiene alla luna, da che avviene che in veruna altra circostanza si è potuto prendere la menoma traccia della presenza d'un'atmosfera? Se, infine, si vuol cercarne la causa nella nostra propria atmosfera, fino a dove converrebbe prolungarla per rendere quest'aureola aderente all'orlo stesso della luna? Ma, da altra parte, perchè persistere a fare dell'aureola una realtà obbiettiva? Noi sappiamo che in virtù dei principii fondamentali della teoria delle ondulazioni, la luce non si propaga in linea retta, che passando vicino ai limiti dei corpi essa contorna l'ostacolo e si dissemina in proporzione variabile e rapidamente decrescente nell'interno dell'ombra geometrica.

Egli è vero che questa luce difratta nell'ombra è sempre d'una estrema sfevolezza e che per ravvisarla bisogna ricorrere a particolari precauzioni. Ma nel caso di un'eclissi totale, il sole tutto intero essendo preso per sorgente di luce, e la luna per parafuoco, la distanza ed il vuoto planetario costituiscono, per la manifestazione della diffusione della luce nell'ombra, un insieme di circostanze talmente favorevoli, che vi è veramente

luogo a ricercare se l' aureola non sarebbe un fenomeno di diffrazione. Se ciò fosse, i raggi di cui essa è ornata si spiegherebbero particolarmente dalle asprezze dei contorni della luna, e si sfuggirebbe all' imbarazzo di non sapere ove situare una atmosfera diffusiva.

Quanto alle appendici rossastre, non si potrebbero spiegare con le sole leggi di diffrazione; ma siccome esse si estendono assai meno dell' aureola, siccome la loro distribuzione non lascia distinguere alcuna relazione conosciuta con la configurazione del profilo della luna, non v' è in verità alcuna ragione di contestar loro una reale esistenza.

Lasciamo adunque *fino a più ampio esame* le protuberanze al sole, l' aureola nello spazio in cui si opera la diffrazione, e attribuiamo all' influenza della nostra propria atmosfera le belle tinte ramigne di cui tutto l'orizzonte si colora nel momento in cui l' osservatore è raggiunto dal cono dell' ombra.



SOPRA UN NUOVO ALCALOIDE VOLATILE SVOLTO DALLA  
PUTREFAZIONE; DI F. GRACE CALVERT.

( *Proceedings of the R. Society, Febr. 28, 1860* ).

L' Autore ha intrapreso lo studio dei prodotti che si svolgono dalle parti animali cancrenate ed ha tentato di condensare questi prodotti per poterli esaminare. La quantità piccolissima ottenuta condensando i prodotti volatili di queste materie ha indotto l' Autore a studiare di nuovo più profondamente la putrefazione delle materie animali. A questo fine ha disposto in diversi piccoli barili una certa quantità di carne e di pesce tenendo la massa separata con della pietra pomice. Il coperchio di ogni barile aveva due aperture una per lasciare entrare l' aria, l' altra per ricevere un tubo che traversava tutta la massa in

putrefazione ed era aperto in fondo al barile. Questo tubo era riunito con due boccie contenenti cloruro di platino e queste erano connesse con un aspiratore. In tal modo facendo agire l'aspiratore, l'aria circolava attraverso alla massa in putrefazione e carica dei prodotti volatili veniva a passare sul sale di platino. Un precipitato giallo amorfo non tardava a prodursi, il quale era raccolto, lavato coll'acqua, coll'alcole e seccato. Questo precipitato conteneva carbonio, idrogeno e azoto, ma, ciò che è più notevole, anche lo zolfo e il fosforo entravano nella sua composizione. Per dosare lo zolfo e il fosforo, un dato peso di sal di platino era ossidato coll'acido solforico, e così l'Autore trovò che un dato peso di quel sale di platino conteneva 11 per cento di zolfo e 6 per cento di fosforo.

L'Autore si è assicurato della presenza del fosforo e dello zolfo riscaldando una certa quantità di sal di platino con una soluzione concentrata di potassa: in questo modo si produceva una alcaloide volatile ed infiammabile, mentre lo zolfo e il fosforo rimanevano combinati colla potassa.

L'Autore si è assicurato che durante la putrefazione non vi era nè idrogeno fosforato, nè idrogeno solforato prodotto. Quindi queste sue ricerche ancora incomplete tendono a mostrare che il vapore puzzolente che si sviluppa durante la putrefazione è dovuto ad un corpo che contiene azoto, zolfo e fosforo formanti un composto, che dovrebbe essere soggetto di maggiori studii.



#### SULLA TEORIA DEI COLORI COMPOSTI E LE RELAZIONI DEI COLORI DELLO SPETTRO; DI CLERK MASCWELL.

( *Proceedings of R. Society, Mars 23, 1860* ).

Newton nel primo libro della sua Ottica ha indicato un metodo per mostrare le relazioni dei colori e calcolare gli effetti di

ogni miscuglio di colori. Egli immagina i colori dello spettro disposti sulla circonferenza di un circolo e il circolo così dipinto che ogni raggio rappresenta una gradazione di colore dal colore più puro dello spettro posto alla circonferenza sino alla tinta neutrale che è al centro. La risultante di ogni miscuglio di colori è così trovata ponendo ai punti corrispondenti di questi colori dei pesi proporzionali alle loro intensità: il colore risultante sarà trovato al centro di gravità e la sua intensità sarà la somma delle intensità dei componenti.

Dallo sviluppo matematico della teoria del diagramma di Newton, ne viene che se le posizioni di tre colori qualunque sono prese sul diagramma e certe intensità di questi colori adottate come unità, la posizione di ogni altro colore può esser data dalla sua osservata relazione con quei tre. Quindi l'assunto di Newton che i colori dello spettro sono disposti in un certo modo nella circonferenza di un circolo, se non è confermato dall'esperienza, deve essere guardato come una pura ipotesi intesa ad illustrare il suo metodo, ma non data come esatta. Dal risultato della presente investigazione verrebbe provato, che i colori dello spettro come si ottengono col metodo di Newton e colla osservazione attuale, sono distribuiti, non nella circonferenza di un circolo, ma nella periferia di un triangolo, lo che mostra che tutti i colori dello spettro possono essere cromaticamente rappresentati dai tre formanti gli angoli di questo triangolo.

*Lunghezza dell'onda in milionesimi di pollici Partgint.*

Rosso scarlatto . .	2328, circa un terzo fra la linea C a D
Verde . . . . .	1914, circa un quarto fra E a F
Bleu . . . . .	1717, circa alla metà fra F a G.

La teoria dei tre colori primitivi è stata molte volte proposta come interpretazione dei fenomeni dei colori composti, ma la relazione di questi colori ai colori dello spettro non fu mai così bene compresa come dal Dott. Young allorchè annunciava la sua teoria delle tre sensazioni primitive di colori che sono eccitate in proporzioni diverse quando diverse specie di luce en-

trano nell'organo della visione. Secondo questa teoria il triplo carattere del colore come è percepito da noi non si deve alla tripla composizione della luce, ma alla costituzione dell'apparecchio visuale che lo rende capace di essere affetto in tre modi diversi, il relativo grado di ogni sensazione essendo determinato dalla natura della luce incidente. Se fosse possibile di mostrare tre colori corrispondenti alle tre primitive sensazioni; ogni colore eccitando una sola di queste sensazioni, siccome tutti gli altri colori qualunque devono eccitare più che una sensazione primitiva, bisogna trovare i loro posti nel diaframma di Newton dentro il triangolo, di cui i tre primitivi colori sono gli angoli. Quindi se la teoria di Young è vera, il diagramma completo di tutti i colori come sono scarti dal nostro occhio, dovrà avere la forma di un triangolo.

I colori corrispondenti ai raggi semplici dello spettro devono essere contenuti in questo triangolo e tutti i colori naturali non essendo che miscugli di quei colori devono trovarsi dentro la linea formata dallo spettro. Se intanto un colore qualunque dello spettro corrisponde alle tre primitive e pure sensazioni, si dovrà trovare agli angoli del triangolo e tutti gli altri colori saranno dentro il triangolo. Gli altri colori dello spettro benchè eccitati da luce semplice sono colori composti; perchè la luce quantunque semplice ha il potere di eccitare due e più sensazioni di colore in proporzioni diverse; come per esempio un raggio bleu verde, benchè non composto di raggi bleu e di raggi verdi, produce una sensazione composta della sensazione bleu e della verde.

I tre colori trovati coll'esperienza formare i tre angoli del triangolo formato dallo spettro, secondo il diagramma di Newton possono corrispondere alle tre primitive sensazioni.

Una rappresentanza geometrica diversa dalla relazione dei colori può essere così descritta. Si prenda un punto qualunque non nel piano del diagramma di Newton, si tiri una linea da questo punto come origine attraverso il punto rappresentante un dato colore nel piano e si faccia in modo che la lunghezza della linea stia alla parte tagliata dal piano come l'intensità di un dato colore è a quella del punto corrispondente nel diagramma di Newton. In questo modo ogni colore può essere rappre-

sentato da una linea di cui la direzione indica la qualità del colore, e la lunghezza dipende dalla sua intensità. La risultante di due colori è rappresentata dalla diagonale del parallelogrammo formato colle linee rappresentanti i colori. Così possiamo esprimere ogni colore come risultante di quantità definite dei tre colori primitivi e i tre elementi di colore saranno rappresentati dalle tre dimensioni dello spazio.

Le esperienze sono state eseguite onde accertarsi della esatta relazione dei colori dello spettro come sono visti da un occhio sano e paragonarle a quelle del diagramma di Newton. Il metodo consiste nello scegliere tre colori dello spettro e a mescolarli in proporzioni tali da essere il miscuglio identico per colore e per vivacità con una luce bianca costante.

Prendendo tre colori come campioni e determinata la quantità di ognuno necessaria a produrre la luce bianca, troviamo allora le quantità di due di questi, che combinate con un quarto, danno la luce bianca. Così noi otteniamo la relazione fra quei tre campioni e il quarto colore, ciò che ci permette di stabilire la sua posizione nel diagramma di Newton rispetto ai tre campioni.

L'istrumento impiegato in queste ricerche consiste in una specie di camera oscura lunga 5 piedi, larga 5 pollici e profonda 4, congiunta a un'altra lunga 3 piedi con un angolo di  $100^\circ$ . Si fa entrare la luce per una stretta fessura alla fine della camera corta e si fa cader poscia sopra una lente e indi è rifratta attraverso a due prismi successivi in modo da formare uno spettro puro alla fine della camera lunga. In questa è fissato un apparecchio consistente in tre fessure mobili che possono variare di grandezza e di posizione. Quando la luce bianca è ammessa alla fine della camera più corta, la luce di tre diverse specie è rifratta sopra le tre aperture. Quando la luce bianca è ammessa alle tre aperture, la luce di quelle tre qualità in combinazione è vista da un occhio posto all'apertura del braccio corto dell'istrumento. Alterando le tre aperture il colore della luce composta cambia a volontà, Questa luce bianca è la luce solare riflessa dalla carta. Ogni esperimento consiste nell'alterare la larghezza delle aperture fino a che l'occhio riconosce l'identità delle due luci. In questo modo due os-

servatori trovarono la posizione relativa di sedici specie di luce. Ambidue erano d'accordo nel trovare la posizione dei colori vicinissima ai due lati di un triangolo, gli estremi colori dello spettro formando senza dubbio parte del terzo lato. La differenza sta nell'intensità con cui certi colori fanno impressione; accade specialmente per la parte bleu verdastra ch'è presso la linea F, che è debole per un osservatore, la quale è vista semplice o facente parte del miscuglio, mentre per l'altro osservatore è più forte nel secondo caso. Resulta da ciò che una combinazione si può fare di questo colore col rosso che apparirà rosso al primo osservatore, e verde al secondo.

Dopo avere stabilita la relazione cromatica tra sedici colori scelti dallo spettro, rimane a stabilire la loro posizione rispetto alle linee di Fraunhofer.



SULL'ALCOLE CUMINICO E SUI TRE ALCALOIDI CHE NE DERIVANO;  
MEMORIA DI ANTONIO ROSSI, PREPARATORE DI CHIMICA AL  
LABORATORIO DELLA R. UNIVERSITA' DI GENOVA.

I derivati dell'alcole cuminico, che formano l'oggetto di questa Memoria, mentre servono ad accrescere viepiù le ammirabili analogie di già osservate fra l'alcool cuminico ed il benzoico, aggiungono nuove prove in favore della somiglianza di costituzione molecolare di questa classe di alcali con quelli omologhi dell'alcool vinico

Etere cumin-idroclorico  $C^{10}H^{13}Ch.$  (1)

O

Cloruro di cumintile.

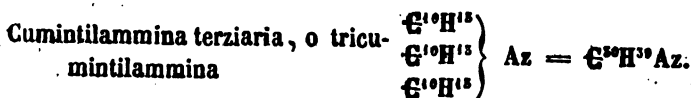
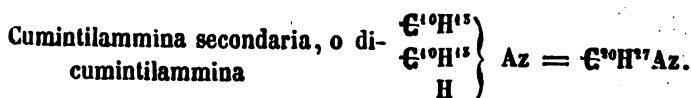
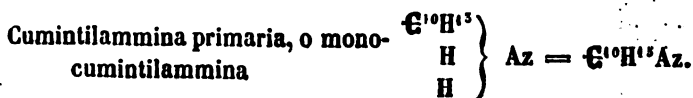
L'acido idroclorico agisce sull'alcool cuminico come sul benzalcole. Difatti quando si fa passare sull'alcole cuminico pu-

(1)  $C = 12$ ,  $H = 1$ .



ro una corrente di gas cloridrico secco, quest'ultimo viene rapidamente assorbito con sviluppo di calore; il prodotto della reazione si divide in due strati: lo strato inferiore è una soluzione acquosa d'acido cloridrico, lo strato superiore è costituito dal cloruro di cumintile. Quest'ultimo lavato con acqua e seccato sul cloruro di calcio, costituisce un liquido oleoso, limpido, leggermente colorato in verdastro, più denso dell'acqua, e d'un odore debole aromatico pungente. Se si scalda sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera, entra in ebollizione verso 210°, decomponendosi in gran parte con sviluppo d'acido cloridrico.

Per le difficoltà incontrate a depurare questo composto, non ho potuto proseguirne lo studio, che riprenderò subito che potrò disporre di maggior copia di prodotto. Intanto il suo modo di prodursi, ed i prodotti che ne derivano non lasciano alcun dubbio sulla formola assegnatagli.



Questi tre alcaloidi si ottengono contemporaneamente per l'azione del cloruro di cumintile sull'ammoniaca. Ecco come si procede: si fa un miscuglio di un volume di cloruro di cumintile di 8 a 10 volumi di soluzione alcoolica concentrata di ammoniaca; si pone il miscuglio in un tubo che si chiude alla lampada, e si scalda a bagno-maria. La reazione comincia di già a freddo; si completa dopo 8 a 9 ore di riscaldamento. Si forma un deposito cristallino, e col raffreddamento del liquido si separano pure delle gocce oleose. Si filtra il liquido alcoolico; rimane sopra il filtro sale ammoniaco, ed allo stato di goc-

cette oleose, la tricumintilammina. Lavando con etere il deposito sul filtro, si separa quest'ultimo alcaloide allo stato di soluzione eterica. Si svapora il liquido alcoolico filtrato; il residuo contiene gli idroclorati degli altri due alcaloidi e quella porzione dell'alcaloide terziario che era rimasta sciolta nell'alcole. Lavando questo residuo con etere, si separa l'alcaloide allo stato di soluzione eterica, che si unisce a quella già ottenuta dalla lavatura del primo residuo. Svaporando la soluzione eterica, si ottiene come residuo la tricumintilammina, che rimane liquida per qualche tempo, ma coll'agitazione si rappiglia in una massa cristallina. Per averla pura non si ha che da spremerla bene fra carte, e cristallizzarla parecchie volte nell'alcole assoluto.

Gli idroclorati dei due altri alcaloidi, che formano il residuo del liquido alcoolico lavato con etere, si separano l'un dall'altro profittando della differenza di loro solubilità nell'acqua fredda di quella dell'alcaloide primario. Si scioglie quindi il miscuglio salino nell'acqua bollente; col raffreddamento l'idroclorato della cumintilammina secondaria cristallizza. Svaporando le acque madri resta come residuo il cloridrato della cumintilammina primaria. Si purificano questi due cloridrati con successive cristallizzazioni alternativamente nell'alcole e nell'acqua.

Per estrarre i due alcaloidi dei due sali precedenti, si fa agire soluzione acquosa d'ammoniaca sull'uno o sull'altro dei due cloridrati, e si agita con etere, che scioglie l'alcali messo in libertà. Svaporando la soluzione eterica decantata, si ottiene come residuo l'uno o l'altro alcaloide, secondo la natura del cloridrato adoperato.

*Cumintilammina primaria*,  $C^{10}H^{15}Az$ . Costituisce un liquido oleoso, perfettamente limpido e scolorito, d'odore debole aromatico pungente. In un miscuglio di sale e ghiaccio diviene meno scorrevole, ma non si solidifica. È quasi affatto insolubile nell'acqua, solubilissimo nell'alcole e nell'etere. Ha forte reazione alcalina sulla carta di laccamuffa arrossata dagli acidi; spande densi fumi bianchi quando vi si accosta una bacchetta bagnata d'acido idroclorico; assorbe prontamente l'acido carbonico, concretandosi in una massa bianca, solida, cristallina,

solubile nell'acqua e nell'alcool. Scaldata, verso 280° bolle, decomponendosi in piccola parte.

Dall'insieme di questi caratteri si scorge facilmente che l'alcali in discorso differisce dalla dietilanilina di Hofmann (1) che possiede la stessa composizione elementare, ma una costituzione molecolare diversa.

*Cloridrato di cumintilammina*  $\text{C}^{10}\text{H}^{13}\text{Az HCh}$ . Cristallizza in lamine perlacee assai brillanti, di forma romboidale, che hanno una dimensione considerevole. È assai solubile nell'acqua fredda, solubilissimo nell'acqua calda e nell'alcool. Quando si scalda moderatamente sopra una lamina di platino si fonde e si volatilizza, lasciando una piccola quantità di materia carbonosa; i suoi vapori s'infiammano e bruciano con fiamma fuliginosa cerchiata di verde.

*Cloroplatinato di cumintilammina*  $\text{C}^{10}\text{H}^{13}\text{Az, HCh, PtCh}^2$ . Questo sale si ottiene mescolando soluzioni bollenti nell'acqua di cloridrato e di bichloruro di platino; col raffreddamento il cloroplatinato si depone in iscaglie di colore aranciato, esso è poco solubile nell'acqua fredda, più a caldo, solubilissimo nell'alcool.

La formola assegnata all'alcaloide è stata dedotta dall'analisi del cloroplatinato. Questo sale lavato con etere e seccato nel vuoto, sottomesso all'analisi ha dato i seguenti risultati:

	I	II	III
Materia impiegata	0 <sup>8</sup> ,418	0 <sup>8</sup> ,382	0 <sup>8</sup> ,2975
Acqua prodotta	0 <sup>8</sup> ,196		
Acido carbonico ottenuto	0 <sup>8</sup> ,520		
Platino rimasto		0 <sup>8</sup> ,106	0 <sup>8</sup> ,0625.

Traducendo questi risultati in centesimi, e confrontandoli con quelli dedotti dal calcolo della formola, si ha:

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.* 3<sup>e</sup> série, t. XX. 97.

Calcolo			Esperienza		
			I	II	III
€ <sup>10</sup>	120	33,80	33,92		
II <sup>16</sup>	16	4,51	5,19		
Az	14	3,95			
Ch	106,5	30			
Pt	98,5	27,74		27,74	27,73.
	<hr/>	<hr/>			
	355,0	100,00			

Il piccolo eccesso di carbonio trovato, dipende senza dubbio dai prodotti nitrosi che non fu possibile evitare intieramente in questa circostanza che si dovette far uso di bicromato di potassa per bruciare la materia, perchè conteneva cloro fra i suoi elementi.

*Dicumintilammina*, €<sup>30</sup>H<sup>17</sup>Az. Forma un liquido oleoso, limpido, scolorito, di odore debole aromatico. Non si solidifica a — 17°, ma diventa assai vischiosa. Si scioglie nell' alcole e nell' etere, pochissimo nell' acqua. Ha reazione fortemente alcalina, scaldata, verso 300° distilla sensibilmente, mentre una gran porzione si scompone.

*Cloridrato di dicumintilammina*, €<sup>30</sup>H<sup>17</sup>Az, HCh. Si offre cristallizzato in aghi setosi assai brillanti. È pochissimo solubile nell' acqua fredda, poco più a caldo, solubilissimo nell' alcole. Quando si scalda sopra una lamina di platino, si fonde in un liquido scorrevolissimo che si volatilizza senza lasciar residuo. I suoi vapori bruciano con fiamma molto luminosa cerchiata di verde, siccome tutte le materie clorurate.

*Cloroplatinato di cumintilammina* €<sup>30</sup>H<sup>17</sup>Az, HCh, PtCh<sup>3</sup>. Si precipita sotto forma di un olio di color rosso assai fluido quando si mescolano soluzioni acquose bollenti di cloridrato e bicloruro di platino; col raffreddamento si concreta in una sostanza amorfa facilmente polverizzabile. È insolubile nell' acqua e nell' etere, ma è solubilissimo nell' alcole. Saporando la soluzione alcoolica si ottiene cristallizzato in aghetti di color roseo.

La composizione di quest' alcaloide è dedotta dall' analisi dell' alcali libero e del suo cloridrato.

L'alcaloide seccato a 100° in una corrente d'aria secca ha dato i risultati seguenti.

Materia impiegata. . . . .	08,321
Acqua prodotta . . . . .	08,282
Acido carbonico ottenuto . . .	18,016 .

Questi risultati tradotti in centesimi s'accordano passabilmente con quelli che si deducono dal calcolo della formola. Si ha difatto :

Calcolo		Esperienza
C <sup>30</sup>	85,41	86,29
H <sup>37</sup>	9,61	9,75
Az	<u>4,98</u>	. . .
	100,00	

Il cloridrato seccato nel vuoto diede i risultati seguenti :

Materia usata. . . . .	08,333
Acqua ottenuta . . . . .	08,291
Acido carbonico. . . . .	08,923 .

Riducendo in centesimi e confrontando col calcolo si ha:

Calcolo		Esperienza
C <sup>30</sup>	75,59	75,59
H <sup>38</sup>	8,81	9,69
Az	4,41	. . .
Ch	<u>11,19</u>	. . .
	100,00	

*Tricumintilamina* C<sup>30</sup>H<sup>38</sup>Az. Si presenta in brillantissime lamine romboidali quasi rettangolari. Non ha odore nè sapore; è solubilissima nell'etere e nell'alcole bollente; è affatto solubile nell'acqua. Non presenta reazione alcalina, fonde fra 81° e 82° in un liquido oleoso, limpido, perfettamente scolorito, che non si solidifica più alla stessa temperatura; anzi, come è già stato notato più sopra, essa può rimaner liquida per un tempo considerevole alla temperatura ordinaria. La presenza di qualche cristallo dello stesso alcaloide e l'agitazione ne favoriscono la solidificazione.

*Cloridrato di tricumintilammina*  $C^{10}H^{19}AzHCl$  si ottiene saturando con acido cloridrico una soluzione alcoolica bollente dell'alcaloide; col raffreddamento l'idroclorato cristallizza in bellissimi aghi raggruppati in croce, perfettamente senza colore, insolubili nell'acqua e nell'etere. Questo sale quando si scalda sopra una lamina di platino si fonde, poscia si volatilizza per intero senza scomporsi.

*Cloroplatinato di tricumintilammina*  $C^{10}H^{19}az, Hcl, PtCl^2$ . Si prepara mescolando due soluzioni alcooliche di cloridrato e di bicloruro di platino. Questo sale cristallizza difficilmente. L'alcole lo scioglie e coll'evaporazione lo depone sotto forma d'una sostanza resinosa; l'etere e l'acqua bollente lo trasformano in una sostanza vischiosa senza punto discioglierlo.

La composizione dei composti della tricumintilammina è stata dedotta dall'analisi dell'alcali libero cristallizzato nell'alcole e seccato nel vuoto.

0,3165 di materia hanno dato 0,274 d'acqua, e 1,009 d'acido carbonico.

Questi risultati ridotti in centesimi e messi in confronto con quelli calcolati sulla formula danno:

	Calcolo	Esperienza
$C^{10}$	87,17	86,94
$H^{19}$	9,44	9,60
Az	3,39	...
	<u>100,00</u>	

Terminando quanto aveva da dire sopra quest'ultimo alcaloide, debbo far notare che esso rassomiglia moltissimo, per l'insieme dei suoi caratteri, al suo omologo la tribenzetilammina, che il prof. Cannizzaro ottenne facendo agire il cloruro di benzetile sull'ammoniaca, quasi in condizioni identiche a quelle in cui fu ottenuto l'alcali in discorso. Da queste analogie si può argomentare che, variando alquanto le condizioni dell'esperienza, si potranno pure ottenere la mono e dibenzetilammina corrispondenti alla mono, e alla dicumintilammina descritte in questa Memoria.



**RICERCHE SPERIMENTALI PER DETERMINARE LA DENSITA' DEL  
VAPORE A TUTTE LE TEMPERATURE E LA LEGGE DI DILATA-  
ZIONE DEL VAPORE SOPRARISCALDATO; DI W. FAIRBAIRN  
E T. TATE.**

*(Proceedings of Royal Society, May 1880).*

Il principio generale del metodo seguito in queste ricerche consiste nel trasformare in vapore un dato peso d'acqua in un globo di circa 70 pollici cubici di capacità e privo d'aria e nell'osservare la temperatura alla quale tutta quell'acqua è convertita in vapore: La parte nuova dell'apparecchio consiste in un tubo ricurvo e quindi in una doppia colonna di mercurio sulla quale da una parte preme il vapore prodotto da un dato peso d'acqua e dall'altra del vapore costantemente saturo alla stessa temperatura. S' intende che da primo la colonna di mercurio rimane allo stesso livello fino al punto in cui quel dato peso d'acqua è interamente ridotto in vapore: da questo punto la colonna di mercurio indica con una differenza di livello che il vapore del globo è soprariscaldato, perchè questo vapore per eguali aumenti di temperatura cresce di forza elastica in una proporzione molto minore del vapore saturo. Misurando la differenza di livello a diverse temperature si giunge a dedurre la legge di dilatazione del vapore soprariscaldato.

Dagli esperimenti riferiti nella Memoria si deduce che la densità del vapore al massimo di saturazione a tutte le temperature sopra e sotto 212° Far. è invariabilmente maggiore di quello che deriverebbe dalla legge dei gaz. Gli Autori hanno pure dedotto che il coefficiente medio di dilatazione del vapore a zero temperatura sotto la pressione dell'atmosfera e calcolato per alcuni gradi sopra il punto di saturazione, è  $\frac{1}{238}$ , invece di  $\frac{1}{273}$  che è il coefficiente dell'aria. Quindi si vede che per alcuni gradi sopra il punto di saturazione il vapore non è decisamente allo stato aeriforme o in altri termini che è acquoso e contiene dei globetti notanti di acqua non in sfato di vapore.

A misura che il vapore diviene sempre più soprariscaldato, il coefficiente di dilatazione si avvicina a quello di un gaz perfetto.



**L'ELETTRICITA' APPLICATA ALLA PREPARAZIONE MECCANICA DEL  
MINERALE DI RAME ESTRATTO DALLA MINIERA DI TRAVERSELLA  
IN PIEMONTE; PER GAETANO BURCI PROFESSORE AL R. ISTI-  
TUTO FIORENTINO DI STUDI SUPERIORI E DI PERFEZIONAMENTO.**

**CAPITOLO I.**

**MINIERA DI TRAVERSELLA**

*Cenni geologici e mineralogici.*

La Dora, per lieve tratto della sua ultima discesa dalla stretta e lunga valle d'Aosta e più particolarmente là dove presso Ivrea viene a sboccare nella pianura piemontese, lambisce numerose testate di diorite, le quali vanno poi a nascondersi ai due lati della valle sotto le gigantesche morene laterali degli antichi ghiacciaj del monte Bianco e del monte Rosa.

Abbandonati i conì arrotondati e solcati di diorite e risalendo la morena laterale destra dalla serie d'impalpabili argille, sabbie, ghiaje ed enormi trovanti che insieme frammisti la costituiscono, si passa ad antichi strati metamorfizzati e convertiti in scisti micacei, talcosi e talvolta cloritici, e quindi s'incontra una sienite a grana fina contenente talora cristalli di sfeno.

Da queste due ultime formazioni sono principalmente costituiti i monti che portano il nome di Alpi-Graje: Sul pendio occidentale e verso la base di uno di essi che a modo di contrafforte divide la valle della Chiusella da quella d'Aosta e precisamente nel piccolo seno solcato dal torrente Bersella fra la sienite ed il micascisto trovasi la miniera, che riceve il nome



dal vicino paese di Traversella, e che senza timor d'esagerare può riguardarsi come una delle più interessanti che si conoscano. È dessa aperta in una massa essenzialmente cristallina composta nella maggior parte di ferro ossidulato o magnetite ed impregnata di straordinaria variatissima serie di minerali. Vi si trova infatti la pirite di sovente in cristalli non meno belli di quelli dell'Elba, la calcosina o calcopirite men frequentemente cristallizzata, ma in masse talvolta considerevoli, e quantunque più di rado vi si riscontrano pure il ferro oligisto, la galena, la blenda, la pirrotina ed il mispikel, e siccome rarità l'antimonite, la molibdenite, la willarsite e la fluorite. Fra le specie poi che tolte da questa miniera si fanno insieme alla magnetite, pirite e galena, più particolarmente ammirare pei loro superbi cristalli in presso che tutti i musei d'Europa, mi limiterò solo a citare il calcare, la dolomite, la uresitina, il quarzo, la clorite, il granato, il pirosseno, l'anfibolo e la traversellite. Finalmente per le cure dell'Ingegnere Q. Sella vennero di recente trovati molti bellissimi cristalli di scheelite; ed è da rimarcare come cosa assai singolare che avuto riguardo all'immensa abbondanza del ferro in questa miniera vi si crederebbe più assai della scheelite frequente il wolfram, del quale invece non trovasi che congiunto ad essa qualche piccolo bacillo (1).

Da quanto dicemmo chiaro dunque apparisce essere questo giacimento essenzialmente cristallizzato. Spessissimo vi si osservano druse o se a queste mancò lo spazio si formarono ciò malgrado i cristalli dentro la massa stessa; per cui non di rado rompendo un pezzo di dolomite lamellare se ne vedono escire perfetti cubi di pirite o superbi rombo-dodecaedri di magnetite.

Ed è invero gran fortuna che la forza di cristallizzazione sia stata sì potente in questa miniera; poichè se tutte le sopraindicate sostanze vi si trovassero uniformemente diffuse, non si saprebbe in verità qual partito poterne trarre. Ben lungi da ciò trovasi invece di frequente concentrata in un punto magnetite purissima e vicini ad essa impasti di cristalli di pirite

(1) Vedi nei volumi dell'Accademia delle Scienze di Torino la Memoria di Q. Sella intitolata — *Studi sulla Mineralogia Sarda*.

ed arnioni di calcopirite che fra loro non nuocconsi avvegna-  
chè si possono con facilità separatamente minare. Il più spes-  
so però la forza di separazione non giunse a concentrare la  
calcopirite e la pirite nella magnetite che in grani e venuzze  
aventi talvolta non più di  $\frac{1}{4}$  mm di dimensione e di spessore.

#### Forma e struttura del giacimento.

Per non deviare di troppo dallo scopo principale di questa  
relazione con l'intraprendere l'esame minuto della forma e strut-  
tura di questo interessante giacimento, ci limiteremo solo a ret-  
tificare alcune inesatte notizie pubblicate su tale argomento da  
qualche autore straniero (1).

Come vedesi dalla pianta e profili (Tav. I.) la giacitura,  
rappresentata da una massa principale diretta SE,NO e da al-  
cune ramificazioni di quella, è conosciuta per una lunghezza di  
circa 360 metri ed una profondità di 150 (2). La potenza di  
queste masse, che per ora chiameremo filoni, giunge talvolta fi-  
no a 30 metri e la loro inclinazione più abituale è dai 50 al  
60°. In essi il minerale metallifero alterna sovente con letti di  
calcare talora dolomitico e disposti d'ordinario parallelamente  
al letto ed al muro: non di rado pure questi letti alternanti  
si riducono a vene sottilissime e presentanti nel loro insieme  
una struttura listata la più perfetta. In particolare poi presso  
il letto ed il muro di tal giacitura di sovente osservansi anco-  
ra, disposti parimente in letti e contenenti talvolta qualche ve-  
na sottile di minerale di ferro, alcune altre materie di riempi-  
mento, degli impasti cioè steatitosi e cloritici e qualche volta  
dei detriti micacei della roccia scistosa in molti punti ambiente.

Il minerale di rame quando non trovasi in piccoli arnioni  
o non è disseminato in pagliette o in vene nella magnetite, si

(1) *Traité de Géognosie par Amédée Burat.* — Paris 1835 Vol. 3.  
pag. 564.

(2) Osservarsi che mentre i profili indicano la giacitura fino all'ester-  
no del suolo, la pianta non lo rappresenta che al livello delle acque, cioè  
ove la miniera è orizzontalmente più estesa. Ci duole che per le difficoltà  
esistenti (essendo il suolo in gran parte coperto di rovine) e la ristret-  
tezza del tempo non ci sia stato possibile di completare questi dati con  
una carta geologica della località.

presenta allora racchiuso nel filone in forma di masse ordinariamente lenticolari: la matrice del minerale è in questo caso più particolarmente la calce carbonata e la pirite senza talora quasi traccia della magnetite che da ogni dove lo avvolge.

A dimostrare la importanza che talune volte presentano queste masse lenticolari basti il dire che da quasi due anni allaccremento procede lo scavo in una di esse e già ne furono tolti circa 6000 quintali metrici di minerale di rame al tenore medio del 5 per cento; il che equivale a circa 15000 quintali metrici di materia abbattuta e ad un volume in posto di circa 520 m.,.

Siccome osservasi nella sezione orizzontale al nord-ovest il filone principale è separato dal di lui ramo detto delle *True* (1) da uno scisto assai alterato in cui il quarzo ha preso in gran parte il posto della mica. Al sud-est invece ed al livello cui la sezione si riferisce, il filone è diviso in due rami da una roccia a base di granato, chiamata dai minatori per la sua durezza porta di ferro e nella quale finquì non fu mai osservata traccia alcuna di materia metallifera: essa serve di muro ai due suddetti rami, i quali seguendo tutte quante le ondulazioni della medesima vanno poi superiormente ad essa a ricongiungersi in un sol tronco siccome dimostra la sezione secondo il piano verticale AA.

Ora se questa giacitura dovrebber per la sua forma considerare come un ammasso, la somma abbondanza però di cristalli isolati e perfetti che presenta, la di lei struttura generale eminentemente cristallina come anche la disposizione a letti alternanti e a liste che talvolta presentano le materie che la compongono, ed infine in qualche modo pure la di lei relativa posizione la fanno senza dubbio partecipare ancora dell'indole dei veri filoni. Essa troverebbe per conseguenza a mio credere il suo posto in quella categoria di giaciture situate quasi sempre alla giunzione di due terreni di cui l'uno stratificato e l'altro massiccio e che dai tedeschi vennero distinte col nome

(1) Parola propria del dialetto del paese e servente ad indicare delle boche o grotta, alle quali il più di sovente semigliano gli scavi irregolari di questa miniera.

di *stehende stocke* o masse dritte, le quali veramente non sembrano essere altro che filoni molto potenti o parti semplicemente rigonfiate dei medesimi.

Finalmente la straordinaria abbondanza, siccome dicemmo, in questa giacitura di sostanze cristallizzate, l'alternanza in essa di letti di materie diverse e paralleli ora al letto ed ora al muro ed anche la matrice principalmente calcarea e dolomitica inducono a credere essersi la medesima formata alla maniera pure di molti filoni cioè in conseguenza di azioni lente e successive.

#### Coltivazione della miniera.

La miniera di Traversella è lavorata fino da epoca remotissima e può dirsi sconosciuta, poichè quantunque si voglia far rimontare la di lei origine ai bassi tempi dell'impero romano, nonostante i documenti più antichi che la riguardano si riferiscono solo al XV secolo.

La proprietà di questa miniera è da lunghissimo tempo divisa fra varj particolari ed invece che un accordo comune regoli e governi il buono ed utile andamento dei lavori, una guerra acerrima ed incessante è la caratteristica principale del metodo di coltivazione che vi si segue: rovine e scoscendimenti spaventevoli sono stati più volte la conseguenza di un tal barbaro sistema, ed era tempo che il governo emanasse, come di recente ha fatto, utili provvedimenti in proposito (1).

Lo sviluppo orizzontale complessivo di tutti quanti i lavori antichi e nuovi non giunge a meno di circa 75 chilometri ed il solo minerale escavato fino a poco tempo fa è stato quello di ferro, del quale lo smercio annuo, ora considerevolmente diminuito (2), per lungo tempo si mantenne di circa 85000 quint. met. Si andavano estraendo le masse di magnetite pura che si

(1) L'ultima più considerevole rovina avvenuta ebbe luogo nel Giugno del 1819. Si annunziò prima con rumori sordi derivanti da scoscendimenti parziali, e quindi nello spazio di circa una settimana il suolo corrispondente all'area dei maggiori lavori interni sprofondò a circa 15 metri dal suo primo livello. Questa depressione è andata poi nel volgere degli anni via via aumentando fino al presente in cui essa giunge a non meno di 45 metri.

(2) La media dell'ultimo decennio non dando che uno smercio annuo di circa 40000 quint. met. di minerale.

presentavano, e con cura si fuggivano quelle parti in cui questo minerale appariva misto a pirite ed a calcosina.

Il minerale di ferro estratto veniva altre volte fuso in prossimità di Traversella; ma da molti anni la scarsità somma di combustibile obbliga ad inviarlo a lontane ferriere nella Val d'Aosta ove per ora il combustibile è più abbondante.

## CAPITOLO II.

### *Elettro-cernita.*

Considerazioni speciali sul minerale di rame.

Pochi anni addietro essendosi presentato nella sopra descritta miniera di Traversella qualche bell'arnione di calcopirite discretamente ricca, si pensò di trarne partito: secondo il solito si volle andar troppo celeri e venne eretta una fonderia, ma quando la si dovette alimentare si vide allora che la calcopirite pura od anche associata a pochi minerali estranei costituiva un'eccezione, e che essa invece presentavasi d'ordinario in piccola proporzione disseminata nella magnetite.

Una tale associazione di magnetite e calcopirite contenente ordinariamente dal 2  $\frac{1}{2}$  al 3 per % di rame non si può in verun modo trattare come minerale di ferro, nè elaborare con la fondita qual minerale di rame, opponendovisi la carezza del combustibile ed anche le difficoltà della fusione. Niuna meraviglia per conseguenza se dopo pochi mesi d'esercizio la citata fonderia fu condannata alla inattività.

Le masse di magnetite alquanto cuprifere erano tuttavia sì ragguardevoli in questa miniera che uno dei proprietarj della medesima, il Cav. Ricardi di Netro, non sapeva persuadersi non doversene trarre un qualche partito; perlochè nel 1854 egli proponeva lo studio di tale argomento al Sella ed ecco ciò che questi venne in proposito a concludere.

1°. Che la calcopirite era troppo finamente disseminata nella magnetite perchè l'ordinaria cernita col martello potesse farsi con qualche efficacia.

2°. Che la differenza nel peso specifico di questi due minerali essendo sì lieve, non si poteva perciò sperare di separarli

cot soliti metodi di preparazione meccanica, tutti fondati sulla proprietà che minerali di densità differente polverizzati e sottoposti all'azione di una corrente d'acqua sono da questa trascinati in ragione della loro superficie e le resistono in ragione del loro peso, in modo che i minerali più leggieri sono dal liquido spinti a maggior distanza dei più pesanti dai quali vengono così a separarsi.

3°. Finalmente che neppur si poteva utilizzare la differenza fra le affinità chimiche del rame e quelle del ferro, poichè l'alto prezzo del combustibile, come già dicemmo, impediva di fondere con vantaggio siffatti minerali, e da un altro lato la troppa quantità di magnetite era di ostacolo alla torrefazione conveniente per un processo di via umida.

#### Primi esperimenti d'elettro-cernita.

Bisognava dunque indagare se i due minerali non godessero per avventura di una qualche altra proprietà sì opposta da poter fondare sopra di essa un metodo speciale di separazione. Ora riflettendo essere la magnetite attirabile dalla calamita mentre non lo è per niente la calcopirite, nutrì il Sella la speranza che una tale proprietà avrebbe forse condotto a raggiungere il desiderato intento. A ciò sperimentare verso la fine del suddetto anno egli immaginò e adoperò una piccola macchina che le *fig. 1 e 2. della Tav. III* rappresentano e che brevemente descriveremo.

*d. d* è un disco in legno che gira attorno al suo sostegno fisso *s. s* per mezzo di una corda *m. m* che lo mette in moto. *C* è una calamita temporanea consistente come ognun sa in un pezzo di ferro dolce che diviene calamita quando una corrente elettrica passa per un filo che lo avvolge e cessa di essere tale quando la corrente elettrica è interrotta. *l. l* sono due piastrette di ferro fissate sopra il sostegno *s. s* e comunicanti con due fili *f. f* che partono da una pila.

*a. a* è un'asta verticale in legno fitta nel disco e che sostiene due braccia di ferro *b. b*, le quali toccano le piastrette *l. l* solo quando esse passano davanti alle sporgenze *p. p* e non le toccano affatto in ogni altra posizione. Dalle due braccia *b. b*

partono due fili *g. g* (fig. 2) che vanno a comunicare con la calamita temporanea. In conseguenza di tale disposizione quando le due braccia *b. b* toccano la sporgenza *p* della piastrina la corrente elettrica passa per la calamita temporanea e la magnetizza, mentre nelle altre posizioni del disco essa non è magnetizzata e quindi rimane inerte. È perciò evidente che se sotto al disco corrispondentemente al punto ove la calamita temporanea è magnetizzata si dispone su tela o altro della materia attrattibile dal magnete essa vi sarà presa e quindi in altro punto abbandonata, lasciando isolato ciò che non poteva essere attratto.

I risultati degli esperimenti così in piccolo eseguiti incoraggiarono ad istituirne altri sopra una scala molto maggiore, in cui potessero presentarsi tutte quelle imprevedibili difficoltà ed inconvenienti che sempre accompagnano la prima applicazione in grande di un qualsiasi trovato. A tal fine il Sella, dopo aver conseguito in Piemonte il 19 Luglio 1855 un attestato di privativa per la nuova applicazione di un principio scientifico alla preparazione meccanica di minerali contenenti magnetite (1), recavasi a Parigi onde commettere al celebre costruttore Froment un apparato composto di molti magneti temporanei col mezzo del quale fosse possibile elaborare in breve tempo varie tonnellate di questo minerale: quando colà giunto, essendovi allora aperta l'esposizione industriale, ebbe a vedervi un apparato analogo costruito dallo stesso Froment per commissione del sig. Chenot, il quale intendeva valersene come appendice ad un suo metodo speciale di metallurgia del ferro, in cui, ridotto direttamente questo metallo dai suoi minerali per mezzo del carbone e dell'ossido di carbonio, credevasi necessario l'ajuto dell'apparato suddetto onde separare le particelle di ferro spugnoso che si mescolavano al carbone minuto e ad altri residui nell'uscita delle cariche dal basso del forno (2).

Ben diverso era lo scopo a cui rivolgeva il Sella le elettro-

(1) Descrizione delle macchine e dei procedimenti per cui vengono preparati i minerali magnetici. Puntata 2, pag. 151

(2) Exposition universelle de 1855. Rapports du jury. Section des mines et métallurgie. Paris 1856. — Sur les procédés de la métallurgie du fer. Relation du relateur.

cernitrici, poichè dal suo attestato di privativa risulta che egli mirava a separare la magnetite naturale da altri minerali utili coi quali potesse trovarsi frammista ed al cui trattamento riuscisse nocivo.

Traendo partito dalla molto differente densità fra il ferro spugnoso ed il carbone, l'intento a cui aspirava lo Chenot con le elettro-cernitrici fu in seguito assai meglio raggiunto col mezzo di un ventilatore, siccome rilevasi da una accuratissima ed erudita Memoria testè pubblicata dal Grateau (1).

Lo scopo invece al quale mirava il Sella venne, come fra breve proveremo, completamente raggiunto, e parve fin dal momento del suo enunciato sì agevole l'ottennero, che un anno dopo, cioè il 7 Luglio 1856 i figli dello Chenot presero in Inghilterra un attestato di privativa non solo sull'elettro-cernita del ferro spugnoso, ma ben anche su quella dei minerali naturali (2).

Non molto dissimile dall'apparato Chenot ne venne allora al medesimo abilissimo meccanico Froment commesso altro munito di 48 magneti temporanei, e ciò non solo con pieno consenso ma ben anche con molta soddisfazione di Chenot, il quale si rallegrava che in circostanze molto diverse ed a tutt'altro scopo si potesse far uso di un apparato analogo a quello che egli si proponeva adoperare come complemento della sua speciale metallurgia siderurgica; la quale è ormai molto in grande applicata in Francia e nel Belgio, e se non se ne ebbero fin qui tutti gli sperati risultati, ciò non toglie che ulteriori perfezionamenti possano in seguito procurarli, e venga così quell'ingegnossissimo nuovo metodo a poter essere considerato siccome uno dei più importanti progressi metallurgici dei nostri tempi.

Col mezzo della citata macchina, la quale poté poi vedersi all'esposizione industriale piemontese del 1858, vennero fatti per oltre un anno molti, incessanti e svariati esperimenti onde ri-

(1) *Memoire sur la fabrication de l'acier fondu par le Procédé Chenot* — Par l'ing. Ed. Grateau. Paris 1859.

(2) *Specification of A. L. S. Chenot and E. C. A. Chenot. — Improvements in Sorting ores, or separating metals from each other, and from certain combinations with other substances* — Published at the great seal patent office, 1857.



cercare quali fossero le condizioni migliori inerenti alla materia da elaborare, e quali i perfezionamenti da introdursi negli apparati destinati al lavoro in grande.

Sarebbe un diffondersi di soverchio lo entrare in minuti dettagli sulla condotta e sul risultato di tali esperimenti: basterà quindi l'accennare come sommi capi essersi riscontrato:

1°. Esser necessario ridurre il minerale in una grossezza che per quanto era possibile stesse entro i limiti di poco meno di  $\frac{1}{2}$  e  $2^{mm}$ . La polvere tenuissima per la leggerezza delle sue particelle ed il minerale troppo grosso perchè presentante molte parti composte ancora di magnetite e calcopirite saldate insieme offrivano l'inconveniente di un trasporto meccanico non lieve di minerale di rame in un con quel di ferro con grave perdita per conseguenza di prodotto.

2°. Risultò pure per tal lavoro indispensabile la maggiore possibile asciuttezza del minerale, poichè l'umidità stabilisce un'aderenza fra le varie particelle, ed anche in questo caso si ha un trasposto meccanico e perdita ragguardevole di minerale di rame: oltredichè l'azione dei magneti si fa minore in ragione diretta del maggior grado di umidità del minerale e non si può aumentare col far più potente la pila senza rendere più sfavorevoli le condizioni economiche del lavoro.

3°. Per quel che riguardava gli occorrenti apparati fu vista la necessità d'introdurre nelle singole parti di essi dei radicali cambiamenti, mercè i quali soltanto rendevasi evidente il conseguimento nel lavoro in grande dei migliori economici risultati. Era cioè necessario regolare perfettamente la quantità di minerale escente dalla tramoggia (1) non meno che lo spessore dello strato di esso che è condotto dalla tela al di sotto dei magneti. Bisognava poter variare entro certi limiti la velocità relativa della tela, come anche la di lei distanza dai magneti e sopprimere ogni sorta di rotismi dentati, i quali per la densa polvere di minerale che talora si solleva facilmente s'impastano e rapidamente si logorano. Conveniva inoltre aumentare non poco e rendere oblunga la superficie dei magneti

(1) Vedasi la descrizione della macchina che ha servito a questi esperimenti pubblicata anche nell'appendice della Gazzetta Piemontese dell'8 Luglio 1858.

affinchè posti essi scalati l'uno appresso all'altro nel tamburo che gli sopporta, e girando questi normalmente allo scorrere della tela, il minerale venisse a risentire su tutta la sua superficie l'azione successiva di varj magneti. Infine occorre pure che i fiocchi della separata magnetite prima di essere abbandonati fossero con qualche mezzo scossi leggermente onde deponessero la maggior parte di minerale di rame che ritenevano trasportato meccanicamente. A tutte queste condizioni corrispondono nel modo il più perfetto le macchine che oggidì adoperiamo costrutte dallo stesso Froment e che in niente rassomigliano a quella impiegata nei preliminari esperimenti.

#### Macchina elettro-ceratrice.

Nella Tav. II è rappresentata una di queste macchine vista nel senso longitudinale e trasversale. T (fig. 1) è la tramoggia in cui è caricato il minerale: M è un manubrio mediante il quale si può alzare o abbassare una lastra inclinata che costituisce il fondo della tramoggia, aumentando o diminuendo per tal modo secondo che occorra l'uscita del minerale, il quale per un piccolo canale è condotto sulla tela senza fine *t. t.*: presso il termine di questo canaletto havvi una fessura trasversale praticata sul di lui fondo per la quale esce il minerale: all'estremità poi del canale una piccola paratoja che può alzarsi ed abbassarsi a piacere regola lo spessore dello strato di minerale sulla tela sottostante. Il movimento è trasmesso alla tela per mezzo della corda *c. c.* e di puleggie d'angolo dall'asse stesso della ruota a magneti, costituita da tre distinti cerchi in ghisa sulla superficie esterna dei quali trovansi disposte le tre serie *c. c. c.* di elettro-calamite. Il bilanciere *b. b.* mobile per mezzo di viti serve ad avvicinare più o meno sia da un lato o dall'altro sia anche del tutto la parte della tela corrispondente al di sotto delle elettro-calamite.

Il commutatore è più in dettaglio rappresentato dalle fig. 6 e 7 (Tav. III) e consiste in un tamburo T in legno su cui sono disposte cinque serie di undici settori *s. s.* ciascuna, e questi scalati l'uno accanto all'altro e perfettamente isolati fra loro: essi presentano nella faccia inferiore ed incassata nel le-

gno una linguetta da cui parte un filo metallico che esce lateralmente al tamburo ed ivi termina con una vite *v* alla quale congiungesi uno dei capi del filo che avvolge l'elettro-calamita, mentre l'altro capo comunica invece col cerchietto laterale C del tutto isolato rispetto ai settori. Undici prismi *p.p* in ottone aventi una lunghezza di circa 20 centimetri e poco più di 2<sup>cm</sup>, di base sono sorretti verticalmente da una guida al di sopra dei settori e premono perciò col loro peso sulla superficie di essi: ciascuno di questi prismi ritiene superiormente per mezzo di una vite un filo e gli undici fili congiunti ad un solo comunicano mercè di esso con uno dei poli di una pila: un altro prisma eguale comunicante solo col polo opposto preme sul cerchietto laterale C. In conseguenza di tale disposizione ben si comprende come l'elettricità comunicata dai prismi ai settori è da questi trasmessa ai fili che avvolgono le elettro-calamite e dopo aver percorso tutte quante le spire del medesimo va finalmente a far capo al cerchietto C, come dicemmo comunicante col polo opposto della pila, per modo che completo si stabilisce il circuito. Ora mentre fissa rimangono i prismi o pestoncelli gira invece insieme alla ruota a magneti il tamburo su cui sono disposti i settori; in modo che undici di essi vanno via via superiormente ad esser premuti ed a ricevere così l'elettricità che da essi è trasmessa alle undici elettro-calamite con le quali corrispondono e che sono costantemente quelle che nel girar della ruota cui sono fisse trovansi alla lor volta con la estremità attraente al di sopra della tela senza fine: di poco oltrepassato questo limite sfuggendo un dopo l'altro i loro corrispondenti settori alla pressione dei pestoncelli superiori, cessa pure successivamente la loro alimentazione ed attrazione e comincia invece in modo egualmente successivo quella delle elettro-calamite che vengono via via a trovarsi al di sopra della tela senza fine (4).

(1) Questo assai ingegnoso e semplice commutatore venne immaginato e fatto eseguire in Torino dal Sella, e costituisce senza dubbio il più importante perfezionamento introdotto in queste macchine; infatti l'abilissimo meccanico Froment non ha esitato ad adottarlo esclusivamente in quelle di tal genere che egli va costruendo.

Tornerebbe inutile il dettagliatamente descrivere i commutatori dei

È evidente che se in tali condizioni si pone la ruota a magneti in movimento e al di sotto di essa si fa, normalmente al di lei asse di rotazione, scorrere col mezzo della tela senza fine del minerale rappresentato da magnetite e calcopirite, la prima dovrà essere attratta, portata via e quindi abbandonata dai magneti, mentre sulla tela rimane il minerale di rame che da essa cade poi in altra direzione. Se inoltre il movimento impresso alla tela è molto men celere di quello della ruota a magneti ben s'intende come non solo tutta la superficie del minerale dovrà risentire l'azione delle calamite, ma essendo queste nel senso della larghezza della ruota che le sopporta non sulla medesima linea ma sìvvero scalate l'una appresso l'altra, lo stesso minerale dovrà di più subire l'attrazione consecutiva di tre almeno elettro-calamite. Ora siccome di sopra facemmo rilevare che mentre è simultanea l'alimentazione di 11 elettro-calamite, non cessa però l'attrazione di una di esse che solo quando comincia quella di un'altra, il lavoro quindi potrebbe paragonarsi ad una pioggia di magnetite che le elettro-calamite abbandonano una dopo l'altra senza apprezzabile intervallo appena cessa la loro alimentazione; nello stesso modo che ad un'onda sempre scorrente rassomiglia il depurato minerale di rame, che dalla tela cadendo si raccoglie in apposito serbatoio.

quali ci siamo per l'addietro serviti: le fig. 54 e 5 (Tav. III) rappresentano uno di essi e basterà il dire che al tamburo T si trovano fisse ed isolate fra loro tante lastrette di ottone *l. l* quante sono le elettro-calamite cioè 54; e mentre 12 bastoncini *b. b*, parimente metallici e comunicanti con un polo della pila, spinti da un elastico vanno a premere contro le 12 inferiori lastrette che corrispondono con le 12 calamite che via via si trovano al di sopra della tela, un altro bastoncino *b'*, comunicante col polo opposto della pila, va a premere contro il cerchietto C simile a quello del commutatore attualmente in uso. Ora se ottimo può riescire un tale commutatore per macchine più delicate non lo era per queste essenzialmente industriali; poichè in un lavoro continuo celerissimo facevasi il logoro derivante dall'attrito; inconveniente reso di gran lunga più lieve nel commutatore da noi adottato: oltredichè, essendo maggiori le masse metalliche che lo compongono, minore è per conseguenza la perdita dell'elettricità.

Anche meno industriale era il primo commutatore costruito dal Fremont, e consistente in una lastra premente contro il predetto tamburo.

P è un piano in lamiera di ottone che può essere avvicinato più o meno alle elettro-calamite e serve a scuotere leggermente le estremità dei fiocchi di magnetite portati via, onde far loro abbandonare la maggior parte di minerale di rame che meccanicamente trascinano (1). Il minerale di rame così abbandonato cade fra il piano P e P' e si raccoglie separatamente, mentre su quello P' cade ed è condotta in apposita tramoggia la magnetite.

Ognuna delle descritte macchine è alimentata da 6 grossi elementi di una pila alla Bunsen, i di cui cilindri in zinco dello spessore di un centimetro, hanno una superficie di  $0^m,1$ ; ed essendo necessaria la maggiore possibile costanza nell'energia della pila, essa è di tanto in tanto ravvivata con l'aggiunta di acidi nuovi. I fili di rame che conducono l'elettricità dalla pila al commutatore hanno  $2^{mm}$  di diametro e sono ricoperti di gutta-percha. La puleggia L (fig. 1) è condotta per mezzo di correggia da altra fissa ad un albero superiore in ferro, il quale è mosso per mezzo d'ingranaggio dall'asse di una ruota idraulica. Il movimento così trasmesso è di 14 a 15 giri per 1' rispetto alla ruota a elettro-calamite e di  $0^m,75$  a  $1^m,35$  per 1' quello della tela, provvedendo siccome occorre a tale variabile celerità di movimento il differente rapporto nei diametri delle puleggie a corda che lo trasmettono. La forza occorrente pel movimento di ciascuna macchina è di circa  $\frac{1}{4}$  di cav. vap. Finalmente la puleggia L' è folle e dirigendo su di essa la correggia si viene ad arrestare al più presto il movimento ogniquale volta ciò occorra.

Indicate così le parti essenziali degli apparati e meccanismi che all'elettro-cernita si riferivano, non rimarrebbe adesso che ad esaminare la condotta e i risultati del lavoro che per loro mezzo si compie. Ora siccome non potevasi avere in mi-

(1) È evidente che molti altri mezzi potrebbero essere a tal fine adoperati, come p. es. un semplice filo metallico orizzontale, od anche varj fili assai sottili posti verticalmente ed agenti a modo di pettine. Non è forse inopportuno anche il notare come la porzione di calcopirite meccanicamente trascinata dai fiocchi è ragguardevole, in guisa che fin dal principio dei miei lavori ebbi ad occuparmi del modo di ritogliere loro almeno parte del minerale cupriferò che trascinavano; senza di che restavasi certamente non proficuo il trattamento dei minerali poveri.

ra la sola esclusiva preparazione del minerale idoneo all'elettro-cernita, ma dovevasi invece con ogni mezzo utilizzare qualunque altro minerale di ricchezza conveniente che la miniera somministrasse, così il lavoro che in questo opificio (ormai nel suo genere uno dei più grandiosi del Piemonte) si compie, è divenuto di necessità svariato, e perciò non riescirà forse senza qualche interesse la descrizione che brevemente siamo per farne nel capitolo seguente.

### CAPITOLO III.

#### *Insieme della preparazione e trattamento del minerale di rame.*

Il minerale di rame che la miniera somministra va distinto nelle quattro seguenti classi:

1<sup>a</sup>. Minerale compatto ed anche con ganga terrosa di ricchezza in rame non inferiore al 4 per cento.

2<sup>a</sup>. Minerale di ricchezza inferiore al precedente e con ganga esclusivamente terrosa.

3<sup>a</sup>. Minerale al tenore in rame del 2 al 4 per cento e con ganga mista terrosa e di magnetite.

4<sup>a</sup>. Minerale al tenore del 2  $\frac{1}{2}$  al 4 per cento e con ganga quasi esclusivamente di magnetite.

La pirite ordinaria accompagna costantemente in maggiore o minore proporzione il minerale di rame a qualunque di queste classi esso si riferisca.

L'escavazione del minerale armonizza perfettamente con l'infelice metodo di coltivazione della miniera che sopra accennammo: ogni proprietario cioè divide quasi tutta la sua parte di miniera in varie porzioni, ciascuna delle quali è affidata ad un intraprendente, il quale non percepisce altro lucro che quello derivante dalla vendita del minerale che escava. È un vero acciecamiento quello che ha fatto adottare una simile disposizione, poichè ben s'intende che allo stesso modo dei proprietari della miniera vengono tali intraprendenti ad essere animati da reciproche gare e gelosie, e la guerra che essi continuamente fra loro si fanno aumenta non poco la irregolarità dei lavori

ed il costo della produzione. Ricavano pel minerale di ferro da essi estratto un prezzo fisso, mentre invece il minerale di rame è lor pagato a norma di una tariffa fondata sul tenore in rame che in esso riscontrasi. Ciò premesso esaminiamo ora il modo di elaborazione di ciascuna delle quattro sopra indicate classi di minerale.

*Trattamento del minerale della prima classe.*

Il minerale è trasportato dalla miniera in pezzi ordinariamente di uno o due decimetri cubi; viene perciò con martelli ridotto in pezzi più piccoli e se ne separa in pari tempo lo sterile ed il povero tutte le volte che questa cernita può essere fatta con vantaggio: dopo di che è torrefatto in mucchi sotto a tettoje e quindi fuso in forni a manica col solo scopo di concentrare il rame contenuto in una metallina la quale viene spedita; onde così economizzare sulla spesa di trasporto.

Ci valemmo finqui per tale trattamento di quelli stessi forni che per mancanza di minerale erano stati come dicemmo di sopra da alcuni speculatori abbandonati. Avevano essi un' altezza di 2<sup>m</sup>,80 dall'ugello ed una sezione orizzontale di 0<sup>m</sup>,90 su 0,60. Il modo di loro ventilazione consisteva in tre mal disposte trombe eoliche; per cui non potevasi alimentare che un sol forno alla volta con una pressione massima di 15<sup>mm</sup> di mercurio. Il carbone adoperato fu quello di castagno il di cui costo è L. 60 circa la tonnellata ( 1000 chil.).

In tali poco favorevoli condizioni non potevasi elaborare giornalmente che 3 a 4 tonnellate di minerale ottenendo secondo la varia natura del medesimo dal 20 al 25 per cento di metallina. Durò ciascuna campagna circa un mese, e la perdita di rame risultata dalla fusione fu circa il 5 per cento di contenuto.

La spesa derivata da tal trattamento fu la seguente:

*Per tonnellata di minerale torrefatto*

Per mano d'opera . . . . .	L. 0,135
Per legna ( di castagno ) chil. 50. . .	„ 0,611
	<hr/>
	0,746

*Per tonnellata di minerale fuso*

Per carbone e brasca. . . . .	L. 26,80
Per mano d'opera. . . . .	„ 6,37
Per fondenti (1) . . . . .	„ 1,51
Per riparazioni ec. . . . .	„ 1,98

---

Totale „ 36,66

E questa spesa verrà fra breve non lievemente a diminuire potendo valerci di nuovi già costrutti forni per dimensioni più adatti alla fondita di questi minerali e meglio ventilati per modo da poter anche sostituire il coke all'ordinario pessimo ed assai costoso carbone di castagno, il solo che la vallata della Chiusella somministra.

*Preparazione del minerale della seconda classe.*

Il minerale della seconda classe ha per ganga terrosa principalmente il calcare spatico e talvolta la dolomite: il quarzo vi è scarsissimo come di rado pure vi si riscontra la mica e la clorite. La proporzione di tale matrice varia dal 50 al 75 per cento di minerale il di cui tenore in rame sta il più di sovente fra il 2 e il 3 per cento. La pirite comune costantemente cristallizzata in cubi di varia grossezza è assai abbondante in questa qualità di minerale tanto che talora, ma per fortuna di rado, ne rappresenta perfino il 10 per cento.

La scarsità e quindi il costo eccessivo del combustibile non permettendo di procedere direttamente alla fusione dei minerali di questa categoria, fa d'uopo perciò operare il loro arricchimento ed a tal fine, siccome la natura di essi richiede, vengono sottoposti alla preparazione meccanica della lavatura.

*Laveria* — Gli apparati che per compiere un tal lavoro

(1) Il minerale essendo essenzialmente basico il fondente adoperato è il quarzo e l'argilla molto quarzosa (quest'ultima per formare dei silicati doppi alluminosi molto fusibili) che si aggiungono in maggiore o minore quantità secondo la maggiore o minor fluidità delle scorie, le quali è utile mantenere leggermente acide cioè con predominio di silice.



abbiamo adottato consistono in una macchina a cilindri stritolatori per la rottura, in buratti (*trommel*) e quindi labirinti per la classazione del minerale; in stacci o vagli mossi verticalmente per congegno meccanico, in una colonna d'acqua, in tavole a scossa e finalmente in tavole dormenti per la effettuazione della lavatura propriamente detta: apparati tutti ormai da lungo tempo conosciuti e dei quali tornando perciò superflua una speciale minuta descrizione ci limiteremo ad indicare solo quelle poche particolarità che al caso nostro si riferiscono.

I cilindri stritolatori non scanalati di cui ci serviamo, hanno il diametro di 0<sup>m</sup>,73 ed una lunghezza di 0<sup>m</sup>,23: essi fanno da 10 a 12 giri per 1' ed il loro allontanamento può variarsi a volontà fino a 12<sup>mm</sup>. Ma quel che molto più interessa relativamente ai medesimi di notare si è l'immenso vantaggio che abbiamo trovato sostituendo alla ordinaria cerchiatura in ghisa, soggetta a sì celere logoro dei cerchi di un sol pezzo in ferro dello spessore di 66<sup>mm</sup> e che si pongono a caldo procurando che il diametro interno di essi sia di 1<sup>mm</sup> minore di quello delle anime in ghisa che debbono rivestire. La durata di questi cerchi non è minore di un anno riducendo in questo tempo alla grossezza inferiore di 2<sup>mm</sup>, circa 3000 tonnellate di minerale (1).

Degli stacci (quadri con 0<sup>m</sup>,50 di lato) l'uno avente maglie di 1<sup>mm</sup>, riceve l'alzata di 0<sup>m</sup>,04 e di 0<sup>m</sup>,06, l'altro con maglie di 1,5<sup>mm</sup>. Il numero delle alzate di ciascuno di essi per 1' è di 25. Le tavole a scossa, lunghe 3<sup>m</sup>,00 e larghe 0<sup>m</sup>,90, ricevono circa 50 colpi per 1' operanti una spinta di 0<sup>m</sup>,04 a 0<sup>m</sup>,05. Dei cerchi in ghisa dai quali parte con curve un rilievo in forma di dente o bocciuolo sono annessi ai relativi alberi e procurano tanto la spinta delle tavole che l'alzata degli stacci. Finalmente riguardo alle tavole dormenti o gemelle da noi adoperate diremo solo che esse hanno 8<sup>m</sup>,00 di lunghezza sopra 1<sup>m</sup>,05 di larghezza ed un'inclinazione di quasi il 5 per ‰.

Il motore della macchina a cilindri e degli apparati di la-

(1) Non potendo agevolmente far costruire in paese cerchi di un sol pezzo aventi le indicate dimensioni si erano da principio adoprati quattro cerchi minori, ma questi dopo breve lavoro si allontanavano gli uni dagli altri e si trovò necessario di sostituir loro un solo anello in ferro di ottima qualità.

vatura è una turbine tangenziale di 1<sup>m</sup>,50 di diametro: essa consuma circa 70 litri d'acqua per 1" giungente con pressione di 3 atmosfere: l'effetto utile è del 60 per %, e quindi il lavoro disponibile è di circa 18 cavalli.

*Descrizione della lavatura* — Il minerale ridotto a mano e mentre è cernuto alla grossezza non maggiore di quella di un novo è poi frantumato dai cilindri e ricevuto dipoi in un sottostante buratto, il quale ha 0<sup>m</sup>,60 di diametro ed è rivestito per una prima lunghezza di 0<sup>m</sup>,90 di rete metallica avente le maglie quadrate con 4<sup>mm</sup> di lato: e quindi per 0<sup>m</sup>,70 di rete avente maglie di grandezza quasi doppia. A questo buratto, situato con inclinazione del 9 per %, è trasmesso il movimento dall'asse della macchina a cilindri per mezzo d'ingranaggio a denti obliqui e la di lui velocità è 0<sup>m</sup>,50 per 1" alla circonferenza. Una ruota elevatrice riporta separatamente al livello della tramoggia dei cilindri il minerale che passa per la seconda rete del buratto, e quello troppo grosso che esce ed in essa direttamente cade dall'estremità del medesimo. Ambedue questi minerali di differente grossezza vengono di nuovo separatamente stritolati procurando un minore possibile allontanamento dell'un cilindro dall'altro. Il minerale invece che traversa la prima rete del buratto è da una corrente d'acqua trasportato e distribuito in altri due buratti sottostanti, ed è così classato in varie successive grossezze. Il minerale più sottile ( $< 1^{m-m}$ ) passa per le prime tele di questi buratti e va insieme all'acqua a raccogliersi e classarsi ancora in una serie di labirinti; solo modo di ulteriore classazione che la mancanza di caduta ci ha obbligati ad adottare.

Il minerale delle varie maggiori grossezze (inferiori tutte a 4<sup>m-m</sup>) è lavato col mezzo degli stacci; il più grosso con quello che ha più larghe le maglie e maggiore l'alzata e viceversa. Si elaborano giornalmente con ogni staccio circa 600 chilogr. di minerale, ricavandone circa il 30 per cento di arricchito al tenore in rame ordinariamente dal 6 al 7 per cento; ed è da rimarcare che direttamente al di sopra della tela dello staccio ottiensì uno strato dello spessore circa di 5<sup>mm</sup> di pirite comune in piccoli cristalli o parti di essi ritenente dall'1 al 3 per cento di rame ed al di sopra di questo strato formasi quello

di minerale arricchito o slicco dello spessore di 0<sup>m</sup>,03 a 0<sup>m</sup>,06.

Il minerale la cui grossezza sta fra poco meno di  $\frac{1}{2}$  e 1<sup>mm</sup>, è lavato sulle tavole a scosse, e le sabbie quasi sterili che escono da esse, dopo essersi vie più impoverite col passare direttamente su due lunghe sottostanti tavole dormienti ricoperte di tele (*planen-herde*), vengono rigettate. Con ognuna di queste tavole si elaborano giornalmente circa 700 chilogr. di minerale ottenendo d'ordinario da 25 a 30 per cento di slicco al tenore in rame dell'8 circa per cento.

Il minerale finissimo o slammo (1) vien lavato su due tavole dormienti o gemelle; poichè la relativamente piccola quantità di minerale di lavatura che la miniera somministra e la proporzione di slammo che con sommo vantaggio riesce lieve spezzando e polverizzando con cilindri non avrebbe giustificato l'impiego di apparati, che quantunque assai più perfetti, sono tuttavia destinati ad elaborare quantità assai più notevoli di minerale di questa particolare grossezza.

È poi relativamente a tal lavoro da notare:

1°. Che la calcopirite presentandosi il più di sovente in questi minerali in venuzze o in particelle isolate con struttura costantemente più o meno sfogliosa e venendo perciò in non lieve proporzione ridotta dallo stritolamento in piccole pagliette spesso assai sottili, bisognava quindi cercare di evitare per quanto era possibile le perdite non lievi di prodotto che da una simile circostanza sogliono derivare. Con questo intendimento si adottarono piccole ma molto frequenti alzate per gli stacci, e lievi pure ma frequentissime le spinte date alle tavole a scosse, alle quali nello stesso intento fecesi anche andar congiunto il lavoro delle tavole dormienti a tela.

2°. Che la pirite la quale accompagna il minerale di rame essendo costantemente cristallizzata e tale mantenendosi mercè le sue sfaldature anche ridotta in piccolissime parti, mentre invece la calcopirite prende il più di sovente con lo stritolamento le forme testè indicate, per modo che rendendosi quasi galleggiante viene più facilmente dal liquido trascinata,

(1) Mi sia lecito italianizzare i vocaboli tedeschi *Schlich* e *Schlamm* non avendo che io sappia corrispondenti esatti nel nostro idioma.

costi non possono spingere di troppo la lavatura senza operare una concentrazione della pirite e quindi un impoverimento in rame dello slisco. Ora mentre di una tale circostanza senza inconveniente si profitta nella lavatura con gli stacci per sceverare il minerale di rame da ragguardevole quantità di pirite, avvegnachè le sabbie semi-sterili derivanti da questo lavoro sono stritolate più finamente e lavate di nuovo, si deve invece aver cura di non spingere con gli altri apparati più oltre la lavatura quando gli slischi hanno raggiunto secondo la maggiore o minor proporzione di pirite un tenore in rame del 7 al 10 per cento.

Con tale precauzione lavando nei varj apparati un minerale al tenore in rame del 2,9 per cento con circa 70 per cento di ganga terrosa e mediocre quantità di pirite, si è ottenuto poco più del 30 per cento di slisco contenente in complesso 7,6 di rame; ossia la perdita totale derivata da questa meccanica preparazione è stata di solo 20 a 25 per cento di rame contenuto.

Le spese speciali inerenti a tal lavoro sono:

	Per quint. metrico di minerale passato	Per quint. metrico di slisco ottenuto
Per mano d'opera . . . L.	0,253	0,791
Per mantenimento delle macchine . . . . . „	0,011	0,034
Per sorveglianza . . . . . „	0,005	0,016
Totale . L.	0,269	0,841

Preparazione del minerale della 3. classe.

Il minerale di questa classe ritiene d'ordinario dal 45 al 55 per cento di ganga terrosa e dal 20 al 30 per cento di magnetite: esso viene per conseguenza lavato ed il prodotto di tal lavoro, dopo essere stato ben prosciugato sull'area assai estesa di un forno a riverbero e con un dispendio di lire 0,14

per q. m., è quindi sottoposto all'elettro-cernita, della quale quanto prima faremo parola. Il prodotto dell'elettro-cernita è pei minerali lavati di questa classe uno siccio ramifero al tenore dell'8 fino al 15 per cento ed uno ferriero contenente ben di rado più di un quarto per cento di rame.

**Preparazione del minerale della 4. ultima classe e trattamento dei prodotti delle varie preparazioni.**

La calcopirite disseminata nella magnetite talora associata a poca matrice terrosa rappresenta circa i  $\frac{1}{3}$ , della produzione in minerale di rame della miniera, e per la parte di questa spettante al sig. Cav. Ricardi può valutarsi ascendere annualmente dai 15 ai 20,000 quint. met.

Può nella maggior parte dei casi considerarsi questo minerale siccome un prodotto secondario della cernita grossolana eseguita alla miniera sul minerale di ferro: in altri casi poi men frequenti esso deriva da vene di magnetite in cui il minerale di rame è disseminato in tutta la massa, ed allora la cernita alla miniera ha per scopo essenziale di separarlo in gran parte dallo sterile.

Qualunque ne sia la provenienza viene questo minerale trasportato all'opificio in pezzi di grossezza ordinariamente non maggiore di un decimetro cubo. Quivi è rotto a mano in pezzi della grossezza circa di un uovo, ed in pari tempo se ne separa lo sterile ed il minerale che per la proporzione eccedente di ganga terrosa appartenesse a quello della terza classe. Ottenuto così il minerale il più possibilmente rappresentato da magnetite, calcopirite e poca pirite è trasportato alla macchina a cilindri, dalla quale in varie passature viene tutto quanto stritolato fino alla grossezza inferiore a 2<sup>mm</sup>. Nelle 24 ore si riducono a tale grossezza non meno di 100 quint. met. di minerale, il quale viene allora trasportato ad una serie di buratti per mezzo dei quali subisce una ulteriore classazione in grossezza cioè inferiore a  $\frac{1}{2}$  <sup>mm</sup>, a 1<sup>mm</sup>, ed a 2<sup>mm</sup>. Così classato si fa separatamente cadere nelle tramogge delle macchine elettro-separatrici; ed è da rimarcare che in conseguenza di una favorevole disposizione del terreno quasi costantemente nel molteplice lavoro il minerale che ha subito una preparazione, scen-

de per così dire ad altri apparati e macchine a subire le successive; finchè il prodotto finale è trasportato al par sottostante locale destinato al trattamento metallurgico.

Ciò premesso è caduto come dicammo il minerale nella tramoggia delle macchine elettro-cernitrici se ne regola da quelle l'uscita, come anche la velocità e la distanza dalle elettro-calamite della tela senza fine secondo la maggiore o minore energia della pila. Le altre essenziali condizioni inerenti al lavoro di queste macchine essendo state abbastanza indicate nella descrizione che facemmo delle medesime, non rimane ora che ad accennare i risultati che col mezzo di esse si vanno ottenendo.

Ciascuna macchina elabora circa 180 chilogrammi di minerale all'ora, ed i prodotti che ne risultano sono: minerale di ferro separato, minerale di rame che per la massima parte rimane sulla tela ed in piccola proporzione è scosso dai fiocchi di magnetite che meccanicamente lo trascinavano; finalmente un minerale misto che rimane pure sulla tela ma in striscia isolata da quella del minerale di rame e che separatamente raccolto è poi anch'esso elaborato da un'altra macchina a ciò solo destinata.

Quasi per tutto l'anno procede questo lavoro non interrottamente giorno e notte e la muta dei lavoranti come il ricambio o rinvigimento della pila ha luogo ogni 8 ore. Per sei mesi dell'anno si effettua pure senza interruzione veruna lo stritolamento con la macchina a cilindri del minerale da elettro-cernere, affinchè siavene sufficiente provvista pel tempo in cui questa macchina è destinata a stritolare minerale da lavatura.

Il seguente prospetto indicherà la media dei prodotti e del costo derivanti da tal lavoro.

Da ciascuna tonnellata di minerale greggio passato (al tenore in rame del 2 %, per cento) si ottiene ordinariamente:

Minerale di rame rimasto sulla tela chilogr.	255
Minerale di rame scosso dai fiocchi. . . . .	12
Minerale misto . . . . .	143
Minerale di ferro . . . . .	590
Totale chilogr.	1000

Dai chilogr. 143 di minerale misto:

Minerale di rame . . . . .	chilogr.	26
Minerale di ferro . . . . .		115
Totale chilogr.		143

Ovvero il 29,5 per cento di minerale di rame al tenore circa dell'8 per cento ed il 70,5 per cento di minerale di ferro contenente ordinariamente da  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  per cento di rame.

Le spese speciali per ciascuna tonnellata di minerale elettro-cernuto al tenore in rame sopra indicato sono:

Per acquisto . . . . .	L.	10,00
Trasporto dalla miniera . . . . .	»	50
Cernita . . . . .	»	2,00
Trasporto alla macchina a cilindri . . . . .	»	15
Stritolamento . . . . .	»	1,38
Totale L.		14,03
		14,03

Per classaz.<sup>e</sup> ed elettro-cernita compresavi la ripassatura del minerale misto.

Mano d'opera e sorveglianza . . . . .	L.	1,697
Intrattenimento della pila (1) . . . . .	»	2,741
Illuminazione . . . . .	»	0,089
Mantenimento delle macchine . . . . .	»	0,016
Riparazioni . . . . .	»	0,022
Totale L.		4,565
		4,565
		18,595

Ovvero L. 15,474 per ciascuna tonnellata di minerale di rame ricavato relativamente all'elettro-cernita e L. 63,033 compresevi tutte quante le spese.

Supponiamo ora 1° che venga solamente a diminuire non poco la ricchezza del minerale da elettro-cernite; 2° che alla diminuita ricchezza vada congiunto un aumento nella proporzione della pirite che suole trovarsi in questi minerali. Sarà nel primo caso minore la quantità di minerale di rame con tal mezzo ricavato e per conseguenza maggiore il di lui costo: nel secondo caso potrà rimanere costante od anche aumentare la proporzione del minerale di rame ottenuto, diminuendone però non lievemente la ricchezza. Ben s'intende come in forza di queste circostanze potrebbe talora il prodotto non più tol-

(1) Si stan facendo esperienze onde trar partito dai prodotti della medesima e particolarmente del solfato di zinco.

lerare le spese inerenti al di lui ulteriore trattamento. Quindi è che base fondamentale dell'applicazione di questo particolare metodo d'arricchimento fu e dev'essere l'elaborazione di un minerale contenente almeno  $2\frac{1}{2}$  per  $\frac{1}{2}$  di rame, e men che è possibile contaminato da pirite.

La magnetite separata dalle elettro-cernitrici contenendo quasi  $\frac{1}{2}$  per cento di rame, malagevolmente si può considerare come minerale di ferro utilizzabile; tuttavia ora se ne vende ad una ferriera della Val d'Aosta al prezzo di L. 6,00 per tonnellata, e giova sperare che se ne possa trarre utile partito nella fabbricazione della ghisa di primo getto. Lo slicco cuprifero grossolano sia che derivi da questo lavoro ovvero da quello della lavatura è torrefatto e poi fuso insieme al minerale della prima classe; e tale torrefazione si effettua in modo assai perfetto avendo cura di disporre lo slicco in letti verticali di un decimetro circa di spessore ed alternanti con altri spessi circa 40 centimetri di minerale in pezzi. Tutto poi lo slicco cuprifero sottile qualunque ne sia pure la provenienza è seguendo il metodo agordiano impastato con acqua vetriolica (1), e ridotto col mezzo di forme in panetti, pesanti ciascuno circa un chilogrammo: fanosi questi prosciugare all'aria aperta, e quindi sotto tettoie in grossi mucchi torrefatti vengono finalmente passati essi pure alla fusione insieme ai minerali della prima classe; ed a quanto fu detto sul trattamento di quei minerali è solo da aggiungere in questo caso che l'agglomerazione in panetti dello slicco costa, compresi lievi trasporti, L. 2,00 per tonnellata.

Tutta quanta la metallina ottenuta è per ora inviata e venduta alla fonderia annessa alla celebre miniera cupriferà di S. Marcello nella Val d'Aosta, appartenente alla Società detta l'*Esploratrice*; e poichè ci è occorso di nominare questa Società non possiamo tacere che lealmente ed intelligentemente

(1) L'agglomerazione con argilla che avrebbe avuto il vantaggio di servire nel tempo stesso di ottimo fondente non ha potuto praticarsi attesa la poca coerenza che acquistano i panetti con quella lieve proporzione di essa che era giovevole adoperare. L'agglomerazione poi con acque vetrioliche non solo non presenta tale inconveniente, ma permette di utilizzare le piriti povere in rame derivanti dal lavaggio destinandole a dar col loro arrostitimento dei prodotti di lisciviazione cioè le acque vetrioliche stesse.



amministrata essa ha potuto a preferenza di varie altre traversare affatto incolume tempi per l'industria procellosi e giungere adesso, mercè le cure solerti e la rara abilità con cui è condotta la parte tecnica, ad un periodo della sua vita dei più lusinghieri e brillanti, assicurando con proprio vantaggio lo stabilimento durevole nel paese di una importantissima industria.

Ed ora che abbiamo esposto siccome ebbe principio, si svolse e si fondò la utilizzazione del minerale di rame fornito dalla miniera di Traversella, ci sia lecito lo esternare i fervidi nostri voti, affinchè invece di vie più immiserire lo stato già deplorabilissimo che la coltivazione di questa miniera disgraziatamente presenta, succeda quanto prima alla barbarie ed ignoranza (1) che adesso la governano, un periodo di civiltà e quindi d'intelligente ed esperta direzione, mercè la quale venga a risentire notevoli vantaggi la fabbricazione del ferro in Piemonte e sia anche in pari tempo lungamente garantito l'utile andamento di un'intrapresa, la quale per esser condotta a prospera meta ha costato non solo ragguardevole capitale, ma ben anche varii anni di studj, cure molte e fatiche.

Ponendo termine a questa mia relazione non posso non soddisfare ad un dovere di giustizia e di gratitudine qual si è quello di dichiarare che alla buona riuscita di questa nuova intrapresa, della direzione tecnica della quale io venni onorato, non poco influirono gli ottimi consigli che l'amicizia dell'Ing. Q. Sella costantemente mi procurò, e la illimitata fiducia di cui mi fu sempre cortese il proprietario dell'opificio Cav. Ricardi di Netro; per cui vado lieto di potere in tale occasione porgere pubblicamente sì all'uno che all'altro i miei più vivi ringraziamenti.

*Traversella 19 Luglio 1860*

(1) Ci sieno permesse tali espressioni che nei formalmente dichiariamo rivolte non alle egregie persone posseditrici della miniera, ma ad un concorso di errori secolari e di molte malangurate circostanze, ed a noi solo suggerite dal vivo desiderio di veder salvato l'avvenire di questa ricca miniera. A giustificare poi dei mille fatti che si potrebbero citare basti un solo; cioè che fra i tanti perfetti ed economici mezzi di trasporto sia nell'interno delle miniere come alla superficie del suolo di cui possono oggi gli industriali disporre, non se ne conosce alcun altro a Traversella fuorchè il dosso delle donne!!!

## SULLA RICONGELAZIONE; NOTA DI FARADAY.

*(Proceedings of Royal Society, 26 Aprile 1860)*

La filosofia del fenomeno della ricongelazione, cioè dell'aderire di due pezzi di ghiaccio assieme allorchè sono allo stato di fusione e quindi coperti da un velo d'acqua in modo da formare un pezzo solo, è oggi riconosciuta importante, non tanto per le sue applicazioni ai fenomeni delle ghiacciaie naturali, quanto per i principii di azione molecolare che quel fenomeno abbraccia. La ricongelazione avviene in tutti i punti ove si toccano assieme due pezzi di ghiaccio in fusione; essa avviene nel vuoto, nell'acqua e nell'aria egualmente. Ma non avviene fra due pezzi di ghiaccio asciutto e ad una temperatura sotto il punto di fusione per cui tutto è allo stato solido.

L'Autore che per il primo osservò questo fenomeno nel 1850 cercò a spiegarlo dicendo che una particella d'acqua si conserva liquida allorchè tocca il ghiaccio da una parte sola ma che diviene solida allorchè tocca il ghiaccio da tutte le parti, la temperatura generale rimanendo la stessa.

Il Prof. Thompson, che aveva scoperto che la pressione benchè leggera abbassava il punto di congelazione dell'acqua attribuiva la ricongelazione al fatto che due pezzi di ghiaccio non possono essere in contatto senza pressione e questa pressione anche piccola produceva fusione nei punti di contatto perchè questo era accompagnato dalla diminuzione della pressione, e quindi dalla risolidificazione dell'acqua nei punti di contatto. Finalmente Forbes ammettendo l'idea di Person della graduale liquefazione del ghiaccio e assumendo che il ghiaccio è essenzialmente più freddo dell'acqua fredda come il ghiaccio, cioè l'acqua che è in contatto col ghiaccio, ne ha concluso che due pezzi di ghiaccio bagnati hanno l'acqua fra essi congelata al punto dove vengono in contatto.

Faraday comincia dall'espone diverse esperienze ingegnose, dalle quali risulta che il fenomeno della ricongelazione avviene

senza nessuna pressione. Queste esperienze consistono principalmente nel tenere dei pezzi di ghiaccio sospesi a dei fili immersi nell'acqua, che ha la temperatura del ghiaccio. I pezzi di ghiaccio così sospesi e avvicinati si uniscono assieme come se fossero uno sopra l'altro, dal che conclude Faraday che il fenomeno della ricongelazione è indipendente dalla pressione.

Adoperando in queste esperienze dei fili con torsione, Faraday ha fatto nascere la ricongelazione fra due pezzi di ghiaccio, obbligando questi due pezzi a venire in contatto torcendo i fili a cui sono sospesi ed ha osservato che accaduta la ricongelazione restava così vinta una certa torsione. Dunque l'effetto della ricongelazione cioè un'adesione da primo flessibile e da poi più o meno rigida, avviene indipendentemente da ogni pressione. In una parola, nel fenomeno della ricongelazione che avviene senza pressione si svegliano degli effetti come quelli che si sviluppano sotto una forte pressione.

Ecco come Faraday concepisce la ricongelazione e quindi l'adesione flessibile e poi rigida del ghiaccio. Due superficie convesse di ghiaccio vengono in contatto; le particelle di acqua le più prossime al punto di contatto, cioè quelle che sono dentro la sfera efficiente di azione di quelle particelle che hanno il ghiaccio di due parti, si solidificano. Se questo stato di cose dura per un momento tanto che il calore svolto dalla solidificazione possa dissiparsi, ancora altre particelle si solidificheranno e alla fine si formerà un'unione che resisterà sino a che una forza sufficientemente grande per romperla sia applicata nel punto dell'unione e normalmente. Ma questa separazione può anche farsi in modo che da una parte cresca l'angolo di separazione dei due pezzi di ghiaccio; in questo caso la rottura accadrà da questa parte ma invece avverrà la ricongelazione dalla parte opposta, dove l'angolo si stringe e qui si ristabilirà l'adesione. È così che s'intende come il fenomeno della ricongelazione può generare e spiegare nel tempo stesso la struttura flessibile del ghiaccio quella che è in qualche modo supposta da Forbes e che Tyndall ha forse meglio degli altri intraveduto e che serve a spiegare i fenomeni del moto delle ghiacciaie naturali.

Questa proprietà rimarcabile è propria dell'acqua o è ge-

mentale e di tutti i corpi? Faraday conclude da un gran numero di esperienze che questa proprietà è speciale dell'acqua.



**DELLE RELAZIONI IN VOLUME DELL'OZONE E DELL' AZIONE DELLA  
SCARICA ELETTRICA SULL'OSSIGENE E SUGLI ALTRI GAS;  
DI ANDREW E TAIT.**

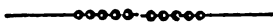
*( Proceedings of Royal Society, March 1880 ).*

Gli Autori hanno descritto in una lunga Memoria le esperienze tentate per misurare i cambiamenti di volume che avvengono nella formazione dell'ozone. Nella impossibilità di descrivere qui i diversi metodi e tutte le esperienze tentate, ci limitiamo a riferire i risultati principali.

Per l'azione della scarica elettrica sull'ossigeno pure si trova una condensazione di questo gas che è molto più grande di quella stessa che gli Autori avevano creduto di poter dedurre nelle loro prime esperienze, riscaldando l'ozone e trasformandolo in ossigeno. In realtà la condensazione che avviene nel passaggio dell'ossigeno allo stato d'ozone, ammettendo che non avvenga altro che una trasformazione allotropica, sarebbe tale da esservi fra l'ossigeno e l'ozone la stessa relazione di densità che passa fra un gas e un corpo denso o solido. Questa conclusione risulterebbe necessariamente dall'esperienza, seppure non si suppone che quando l'ozone è in presenza dell'ioduro di potassio una parte di esso si cambia subito in ossigeno e l'altra entra in combinazione e che la relazione fra queste due parti è tale che l'espansione dell'una eguaglia la condensazione dell'altra.

Gli Autori hanno studiato l'azione della scarica sopra altri gas. L'idrogeno e l'azoto non soffrono alcun cambiamento di volume. Il cianogene è realmente decomposto dalla scintilla,

ma fu trovato che questo gaz presentava una grande resistenza al passaggio dell'elettricità. Il protossido d'azoto soffre un aumento di volume e si cambia in azoto e in acido iponitrico. Gli Autori si propongono di studiare più a lungo l'azione della scintilla sull'ossido di carbonio: intanto osservano che il passaggio lento dell'elettricità in questo gas produce il deposito di una materia di colore bronzo sull'elettrodo positivo.



INTORNO AD ALCUNI INTERESSANTI FENOMENI DI METEOROLOGIA  
STUDIATI ALL'OSSERVATORIO DI SIENA; NOTA DEL PROFESSOR  
C. TOSCANI.

Forse qui più che altrove ebbe luogo, nel volger di un anno che spirava col Marzo 1860, quella recrudescenza nelle commozioni terrestri che fu osservata in altre località. I più rimarchevoli scuotimenti furono quelli dell'Aprile 1859 già descritti con un certo dettaglio in un lavoro di comparazione pubblicato in questo stesso Periodico. Senza trattenermi ora a parlare delle scosse minori avvertite nei mesi di Novembre e Dicembre, Gennaio e Marzo, e che figurando nei registri del nostro Osservatorio accrescono il numero dei fatti da utilizzarsi in appresso, scendo tosto al 27 Febbraio 1860, giorno rimarchevole non tanto per la violenza delle commozioni di questa crosta terrestre, quanto per la loro associazione ad una distintissima procella magnetica e a delle perturbazioni atmosferiche meritevoli di speciale considerazione non solo per gli straordinarii effetti che occasionarono e produssero, quanto ancora per gli stretti rapporti che ebbero con altre simili verificatesi a Versailles e descritti dal sig. Berigny nel *Reste conti dell'Accademia delle Scienze di Parigi*, Tomo L. pag. 614.

Allo spuntare del dì 27 Febbraio l'aria era tranquilla con brezza di S ma dopo le ore 4 del mattino il vento cambiò direzione e nel corso della giornata e fin tanto che il sole rimase

sull'orizzonte, oscillando tra O. e S. andò talmente crescendo d'intensità da prendere il carattere della gran burrasca. Frattanto nel breve spazio di ore 21 la colonna barometrica andò deprimeendosi di 19 millimetri e con rapidità così crescente che nelle ultime 3 percorse 6<sup>mm</sup>,20. La minima fu raggiunta alle 9 pomeridiane. L'aspetto dell'aria era tristo fino dal mattino del 25; caligine, cielo ragnato, pioggia scarsissima e stentata fino alle 12<sup>h</sup>, 30' pomeridiane del 27 dopo la quale ora cadde in maggior copia tantochè ottenemmo dal pluviometro 0,44. Tali erano le condizioni atmosferiche quando alle 5<sup>h</sup>, 20' del mattino si ebbe la prima scossa di terra. A questa ne succedettero ben tosto altre due alquanto più gagliarde che corrisposero secondo l'orologio del Comune alle 6<sup>h</sup>, 42' e 6<sup>h</sup>, 58'. Quantunque l'intensità di quelle commozioni non eccedesse la media, la loro frequenza, la direzione identica, l'analogia dei fenomeni precedenti e concomitanti mi fece temere di una seconda edizione dei tristi fenomeni del 12 Aprile. Recatomi tosto all'Osservatorio, fissai lo sguardo sopra un declinometro che quantunque d'infelice costruzione e non troppo favorevolmente disposto, mi permise notare delle vere e proprie perturbazioni che accennavano ad una procella magnetica armonizzante cogli scuotimenti del suolo. Nel corso della mattinata furono distintamente apprezzate, oltre le tre surriferite, altre 5 scosse; tutte queste commozioni furono precedute da un notevole aumento della declinazione; quindici, diciotto ed anco cinquanta minuti primi avanti la scossa l'ago prendeva un movimento lento e progressivo che per questi suoi caratteri e per la costanza della direzione escludeva il dubbio che potesse esser prodotto da qualche inapprezzato scuotimento terrestre. L'ago appena avvenuta la scossa, e dopo avere per effetto di quella urtato violentemente contro i bordi del quadrante, tendeva a riprendere la posizione normale che non fu però completamente raggiunta che verso l'ora 1 pomeridiana, ora nella quale erano pur cessate le commozioni terrestri. Nel nostro pigro declinometro la massima deviazione fu di due gradi circa. L'ago avrebbe annunciato durante l'osservazione, dalle ore otto cioè all'1<sup>h</sup> pomeridiana, numero 9 scosse di terra mentre le apprezzate dai più assommarono come dissi a 5 soltanto. Nel qui accluso pro-

spetto ho inteso registrare l' ora degli scuotimenti preconizzati dal declivometro contrassegnando con asterisco quei che si resero sensibili ancora a noi.

ORA	VENTO	ORA	VENTO	ORA	VENTO
'8, 19' a.m.	OSO	9,26'	SO	* 10,50'	SO
8,46'	SO	9,58'	"	* 11,41'	"
9,10'	"	* 10,18'	"	* 12,30'	"

Questo saggio, spoglio di cifre così come è, rende sempre più manifesto il vantaggio che potrebbe ricavarsi dall' arricchire il nostro Osservatorio dei mezzi necessari a ben condotte ricerche sulle magnetiche perturbazioni. Il difetto di mezzi ci ha pure vietato d' indagare lo stato elettrico dell' atmosfera, abbiamo però fiducia che in breve potremo riparare a questa deficienza dappoichè per un prodigioso svolgimento di eventi fummo ancora noi condotti a godere di un ordinamento civile sotto il quale il progredimento delle scienze è largamente coadiuvato e protetto.

A fare sempre più risaltare l' importanza d' amplificazioni e miglioramenti nell' Osservatorio Metereologico di questa Provincia giova il confronto delle perturbazioni magnetiche testè mentovate con quelle studiate all' Osservatorio Vesuviano nel Maggio del 1855 durante un' eruzione formidabile descritta dal Prof. Palmieri nel Tomo I. del *Cimento* pag. 421. Da quel confronto appariscono sempre più manifeste le relazioni tra le cause delle eruzioni vulcaniche e quelle delle scosse di terra. Le procelle magnetiche osservate presso il Vesuvio e a Siena hanno avuto un identico risultato, un aumento cioè considerevole nell' angolo di declinazione ed egualmente preconizzante i fenomeni eruttivi e i terremoti. Se gli Scenziati Italiani videro con compiacenza sorgere un Osservatorio Metereologico sugli inrequieti fianchi del Vesuvio e diretto a sindacare i fenomeni delle eruzioni, come potrebbero disconoscere l' importanza d' ampliazioni

e miglioramenti nell'Osservatorio Metereologico di questa Provincia che è più di ogni altra della Penisola, dopo quelle soggette all'influenza immediata del Vesuvio e dell'Etna, commossa con singolare frequenza da scuotimenti del suolo che hanno evidentemente un origine locale e probabilmente non molto profonda?

Prima di passare alla seconda parte del lavoro rammenterò come i fenomeni, i quali hanno preceduto, accompagnato e susseguito le scosse del 27 Febbraio 1860, ebbero una perfetta rassomiglianza con quelli che occorsero nell'Aprile 1859. Lo stesso vento, la medesima pioviggine, in ambo le epoche il barometro nel periodo di abbassamento, anco la direzione del movimento della crosta terrestre fu la stessa, quasi identico lo stato del cielo nei due giorni precedenti le scosse, i limiti poi del paese commosso, in perfetto rapporto coll'energia degli impulsi, per cui le scosse del 17 Febbraio ponno dirsi una copia in miniatura di quelle del 12 Aprile e stanno a comprovare che non mi era ingannato nel supporre un centro d'azione molto prossimo a questa città e dal suo lato N. NNE.

Ad accrescere l'importanza dei fenomeni metereologici locali del 27 Febbraio, concorrono le perturbazioni atmosferiche che, come sin da principio accennai, avemmo a comune con altre località da noi assai remote e tra le altre con Versailles città della Francia distante da Siena 946 chilometri circa, e che avendo per longitudine  $-0^{\circ}, 12'$ , e per latitudine  $48^{\circ}, 48'$  è situata tra NO e O per rispetto al nostro Osservatorio la cui posizione ha per corrispondenti elementi  $8^{\circ}, 59', 56''$ ;  $43^{\circ}, 18', 6''$ .

Il sig. Berigny nella citata relazione narra di un vento di NO svegliatosi a 9 ore e 45' del mattino così impetuoso da sveltare e rovesciare a centinaia alberi d'ogni specie e tra questi querci secolari. In quello stesso giorno a noi pure un vento del quale nei 14 anni di mia dimora a Siena non aveva sentito l'eguale, produsse analoghi effetti. Alla campagna svelse ed abbattè grosse piante d'ogni specie; nei fabbricati della città e dei suburbj danneggiò gravemente la copertura di molti tetti, rovesciò varie di quelle lamine di piombo che cuoprano le navate e la cupola della Cattedrale, abbattè gran quantità di torrette da camino e produsse molti altri non lievi danni.



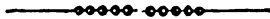
La corrente d'aria che produceva effetti così straordinarii giungeva però a noi alle 8<sup>h</sup>, 15' pomeridiane, per cui, avuto riguardo alla posizione relativa e alla differenza di longitudine, può dirsi che impiegasse 10 ore circa a percorrere lo spazio interposto tra i due Osservatorj e così fosse animato da una velocità media di metri 27 per ogni minuto secondo, che per le esperienze di Smeathon corrisponde precisamente alla velocità della gran burrasca. Essendo il nostro Osservatorio armato di un anemometrografo, abbiamo potuto notare quest'altro fatto del quale manca il corrispondente nella nota del sig. Berigny. Ho detto che a noi il vento di NO giungeva alle 8<sup>h</sup>, 15' pomeridiane, ma è da sapere che combinandosi in sulle prime con altro di SO d'intensità quasi eguale e che aveva imperversato dalle 2<sup>h</sup>, 30' pomeridiane fino all'ora anzidetta, ne risultò una corrente media di O che durò tre quarti d'ora circa, corrente che si mostrò anche più impetuosa e produsse effetti più rimarchevoli di quella di NO che ad essa succedeva; per cui può dirsi che per noi la bufera passò da SO a NO trattenendosi alquanto sulla direzione d'O e che la sua forza massima corrispose a questa direzione media.

Non sarà opera vana il far risaltare che a malgrado che il vento di SO fosse violento quanto quello di NO, si devono però a quest'ultimo e all'O risultante, i danni arrecati agli edifizj e alla campagna. A me pare che si debba attribuir ciò alla prevalente continuità dei secondi. Il vento di SO spirò violentissimo ma a sbuffi di breve durata cioè interrotto da sensibili depressioni d'energia, mentre all'opposto il vento di NO, e più ancora l'O, erano rimarchevoli per la loro spaventevole continuità. Nelle stanze del Gabinetto, a persiana chiusa, un cristallo fu svelto dall'intelaiatura ed andò tutto intiero a frangersi in un banco situato nel centro della sala.

L'altra relazione importantissima tra i fenomeni osservati a Siena e a Versailles, è quella che si riscontra portando lo sguardo sulle indicazioni barometriche qui sotto registrate.

S I E N A						V E R S A I L L E S					
Gior.	Ora	Altez. Baro- metr.	Gior.	Ora	Altez. Baro- metr.	Gior.	Ora	Altez. Baro- metr.	Gior.	Ora	Altez. Baro- metr.
25	9 <sup>am</sup>	757,05	27	7,30 <sup>am</sup>	739,80	25	10 <sup>am</sup>	755,73	27	10 <sup>am</sup>	734,63
	12 <sup>m</sup>	757,75		9 <sup>am</sup>	728,95		4 <sup>pm</sup>	754,26		4 <sup>pm</sup>	742,67
	3 <sup>pm</sup>	758,85		12 <sup>m</sup>	730,65		10 <sup>pm</sup>	753,59		10 <sup>pm</sup>	748,51
	9 <sup>pm</sup>	757,78		3 <sup>pm</sup>	725,30	26	10 <sup>am</sup>	746,51	28	10 <sup>am</sup>	745,91
26	9 <sup>am</sup>	758,80		9 <sup>pm</sup>	717,00		4 <sup>pm</sup>	742,05		4 <sup>pm</sup>	742,61
	12 <sup>m</sup>	758,38	28	9 <sup>am</sup>	729,55		10 <sup>pm</sup>	758,48		10 <sup>pm</sup>	747,81
	3 <sup>pm</sup>	757,63		12 <sup>m</sup>	729,95						
	9 <sup>pm</sup>	757,03		3 <sup>pm</sup>	730,03						
				9 <sup>pm</sup>	731,60						

Da quel prospetto risulta che, dei due barometri, quello di Versailles segnava una minima alle 10 antimeridiane e quello di Siena alle 9 pomeridiane dello stesso giorno 27, cioè corrispondentemente a quelle ore in che imperversava in ambo le località la bufera, la quale produceva a Versailles e a Siena i medesimi effetti. Anco nell'andamento delle depressioni e dei successivi inalzamenti si riscontra un singolarissimo accordo per cui può dirsi che i due barometri furono sotto l'influsso di un unico e medesimo disequilibrio atmosferico. Sarebbe di sommo interesse il conoscere donde mosse, e fin dove si spinse il temporale tanto nella direzione NO, che nella sua normale NE. Frattanto questo nuovo fatto conferma che alcuni Osservatorii meteorologici messi in rapporto coi fari, per mezzo delle linee telegrafiche, potrebbero rendere immensi servigi alla navigazione.



INTORNO ALL' AZIONE ESERCITATA DA ALCUNI GAS SUL SANGUE;  
OSSERVAZIONI DI MASSIM. CAV. DI VINTSCHGAU, SUP-  
PLENTE DI FISIOLOGIA ED ANATOMIA SUBLIME ALL'I. R. UNI-  
VERSITA' DI PADOVA.

Bernard nelle *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses* (Paris 1857) p. 157 e seg. parla diffusamente dell' azione esercitata dall' ossido di carbonio sul sangue e sull' organismo animale; ora leggendo che, « en mettant « dans des éprouvettes du sang en contact avec l' acide carboni- « que et avec l' oxyde de carbone, nous avons vu ce sang deve- « nir noir dans le premier cas et devenir rutilant dans le se- « cond (1) » eleggendo tutti gli esperimenti fatti per dimostrare quest' azione dell' ossido di carbonio tanto sul sangue circo- lante come su quello estratto dai vasi sanguigni, da ultimo ve- dendo venir confermata questa osservazione da Hoppe (2), mi vennero alla memoria gli esperimenti istituiti dal mio amatis- simo e veneratissimo precettore nelle scienze fisiologiche il Prof. Brücke, il quale dimostrò che il sangue reso venoso per l' azione sia dell' acido carbonico, sia dell' idrogeno, sia del ni- trogeno, presentava proprietà dicroistiche, vale a dire: veduto in istrati grossi era di colore rosso, in istrati sottili di colore verdognolo; per lo contrario il sangue reso arterioso per l' azio- ne dell' ossigeno non offriva il dicroismo, ma negli strati sottili presentava pure un colore leggermente giallo rossiccio (3).

Bernard ed Hoppe non fanno cenno se il sangue trattato coll' ossido di carbonio presenti proprietà dicroistiche o meno; io credetti perciò opportuno d' istituire non solo questa osser- vazione, ma di vedere come si comportino varii altri gas

(1) Bernard op. cit. p. 179.

(2) Hoppe Dr. F. *Über die Einwirkung des Kohle noxigases auf das Hämatoglobulin*. Virchow's Archiv für path. An. und Phys. Vol. XI. p. 288.

(3) Brücke Prof. K. *Über den Dicroismus des Blutfarbestoffes*. Sit- zungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. XI. Band, IV. Heft, p. 1070.

verso il sangue, tanto più che Hoppe dice: Beim anhaltenden Durchleiten von Steinkohlenleuchtgas durch eine Portion venösen Ochsenblutes trat eine gleiche Farbenänderung des Blutes ein, als durch reines Kohlenoxyd, obwohl bei weitem langsamer (1).

In tutti questi miei esperimenti feci sempre uso di sangue di bue defibrinato e che rimase esposto all'aria atmosferica il minor tempo possibile, facendolo raccogliere dal mio serve al pubblico macello e portare immediatamente al mio laboratorio distante circa dieci minuti.

Per poter riconoscere il dicroismo del sangue, modificai i tubi costrutti dal Brücke (2), non potendo essi venir adoperati che sull'animale vive. Ad un tubo di vetro della lunghezza di 0.200—0.230 Mm. con un diametro di 0.006—0.010 Mm. vengono fissati alle due estremità tubi di caoutchouc della lunghezza di 0.060—0.080 Mm.; ad uno di questi tubi di caoutchouc è fissato un tubo di vetro ripiegato a 7 che può essere più sottile del tubo principale, all'altro un piccolo tubetto di vetro diritto, il primo destinato a venire immerso nell'acqua, il secondo a congiungersi coi tubi di caoutchouc, attraverso dei quali scorre il gas che deve agire sul sangue. Per poter separare il tubo di vetro col sangue e ripieno di gas senza perdere quest'ultimo, i due tubi di caoutchouc vengono chiusi ermeticamente a mezzo dei piccoli strettol indicati da Lotario Mayer (3). Questi tubi sono in generale fatti secondo l'idea di Brücke, solo che potendo staccare i singoli pezzi si possono ripetere colla medesima quantità di sangue varii esperimenti, ed i tubi vengono presto messi in ordine per l'esperimento.

Essendo il gasometro ordinario troppo grande per raccogliere la piccola quantità di gas necessaria agli esperimenti, costrussi un piccolo gasometro che quantunque rozzo servì pienamente allo scopo. — Chiusi i due colli d'una bottiglia di Woulf con due turaccioli di sovero; l'uno perforato da un cannelo di vetro che giungeva fino al fondo della bottiglia; l'al-

(1) Hoppe, Dr. F., op. cit. p. 289.

(2) Brücke, Prof. E., op. cit. p. 1073.

(3) Lothar Mayer. *Die Gase des Blutes*. Göttingen 1857, p. 5.

tro da uno più corto che giungeva fino al termina del collo; ambedue i cannelli erano congiunti con un tubo di caoutchouc. La bottiglia, i cannelli, nonchè i tubi venivano riempiti della soluzione necessaria, però sempre in modo che non restasse nell'apparato alcuna bolla d'aria; fatto ciò le due estremità libere dei tubi di caoutchouc venivano chiuse coi piccoli stretttoi indicati. Per evitare ogni diffusione dei gas, la bottiglia veniva capovolta ed immersa in un recipiente pieno d'acqua.

Volendo empir di gas questo gasometro bastava congiungere il tubo di caoutchouc unito al cannello di vetro più lungo coll'apparato da cui si svolgeva il gas, sempre però coll'avvertenza di raccogliere il gas dopo cacciata l'aria atmosferica, ed aprire l'altro tubo unito al cannello di vetro più corto, per cui di mano in mano che da questo usciva il fluido, dall'altro entrava il gas. Raccolta la quantità sufficiente di gas, i tubi erano chiusi cogli stretttoi, e posti sott'acqua per impedire ogni qualsiasi diffusione.

Per adoperare il gas raccolto basta attualmente fissare al tubo di caoutchouc, che si trova in congiunzione col cannello di vetro più corto, un piccolo imbuto, empir lo spazio tra lo stretttojo e l'imbuto con dell'acqua in modo che non restino imprigionate delle bolle di aria, levare in seguito lo stretttojo e porre l'imbuto in congiunzione con un recipiente d'acqua. La colonna d'acqua raccolta in questo tubo serve a cacciare il gas attraverso l'altro a cui, dopo averlo congiunto col tubo di vetro contenente il sangue, si allentò lo stretttojo.

L'ossido di carbonio venne ottenuto come al solito dall'acido ossalico mediante l'acido solforico, ed il gas fatto gorgogliare in una soluzione di potassa caustica indi nell'acqua di calce per toglierli ogni impurità. Il sangue per l'azione dell'ossido di carbonio prende, come ben osservarono Bernard ed Hoppe, un colore rosso vivo, ma esso è ben differente da quello presentato dal sangue arterioso, differenza che si scorge facilmente quando in vicinanza s'abbia un altro tubo con del sangue reso arterioso a mezzo dell'ossigeno; nel primo caso il colore è più vivo, e ben si distingue dal colore rosso presentato dal sangue che venne trattato con un sale.

Bernard ed Hoppe asseriscono esattamente che il colore

rosso del sangue per l'azione dell'ossido di carbonio dura per lungo tempo, ed infatti, rendendo vermiglia per l'azione dell'ossido di carbonio una piccola quantità di sangue, e facendola in seguito attraversare da una corrente d'acido carbonico per ben quindici minuti, tempo assai lungo quando riflettere si voglia alla piccola quantità di sangue adoperata, non mi fu possibile d'ottenere un cambiamento di colore.

Il sangue vermiglio per l'azione dell'ossido di carbonio non possiede proprietà dicroistiche, vale a dire: anche in uno strato sottile presenta un colore rosso molto languido. Gli esperimenti riescono molto manifesti se si abbia cura di rendere il sangue venoso a mezzo d'una corrente d'acido carbonico, possedendo in questo caso il sangue proprietà dicroistiche.

Il secondo gas esaminato si fu il protossido di nitrogeno o gas esilarante, ottenuto dal nitrato d'ammonia secondo la descrizione che trovasi in Graham-Otto (1); coll'avvertenza però di far gorgogliare il gas nell'acqua distillata, e raccoglierlo in un piccolo gasometro pieno d'una soluzione di sale di cucina.

Il sangue reso dicroistico per l'azione dell'acido carbonico perde questa proprietà trattato che venga col protossido di nitrogeno ed acquista un colore rosso molto simile al colore del sangue arterioso, quindi meno vivo del colore rosso in forza dell'azione dell'ossido di carbonio, per riacquistare di bel nuovo un colore rosso cupo e proprietà dicroistiche trattato che venga con una nuova corrente di acido carbonico.

Il terzo gas che esaminai si fu il biossido di nitrogeno, quantunque il sangue non venga mai a contatto del medesimo, e quantunque tosto che questo gas viene a contatto dell'ossigeno si ossidi maggiormente.

Il gas venne sviluppato dal rame a mezzo dell'acido nitrico, e fatto gorgogliare nell'acqua distillata; prima d'adoperare il gas attesi che si fosse allontanato tutto il gas iponitrico che si forma nell'atto di sviluppare le prime porzioni di gas; inoltre i tubi in cui si trovava il sangue sul quale doveva agire il biossido di nitrogeno vennero riempiti d'un gas che non

(1) Graham-Otto Ausführliches Lehrbuch der Chemie. Braunschweig 1855.

conteneva punto di ossigeno libero; a tale scopo feci uso dell'acido carbonico avendolo più opportuno, potende, ben s'intende, servirsi d'idrogeno o di nitrogeno. Per l'azione di questo gas il sangue perde le proprietà dicroistiche, acquista un colore rosso che, quantunque non sia sì vivo come quello per l'azione dell'ossido di carbonio, pure dura a lungo, nè per l'azione dell'acido carbonico si può ottenere che prenda un colore rosso cupo.

Il quarto gas sperimentato si fu il protocarbonato d'idrogeno o gas delle paludi, ottenuto dalla distillazione secca dell'acetato di soda colla calce e colla potassa e fatto gorgogliare in una soluzione di potassa e nell'acqua di calce; anche per l'azione di questo gas il sangue perde le proprietà dicroistiche, ed acquista un colore rosso non molto dissimile dal colore rosso del sangue arterioso, ma riacquista il colore rosso cupo, e proprietà dicroistiche per una nuova azione dell'acido carbonico, per perderle una seconda volta trattato che venga di bel nuovo col protocarbonato d'idrogeno.

Il quinto ed ultimo gas sperimentato si fu l'idrogeno bicarbonato o l'elale etereno; questo gas fu ottenuto dall'alcool a mezzo dell'acido solforico; esso venne fatto gorgogliare dapprima nell'acqua di calce, poscia nell'acido solforico concentrato, e da ultimo di bel nuovo nell'acqua di calce. Il sangue dicroistico per l'azione dell'acido carbonico perde questa proprietà attraversato che venga da una corrente d'idrogeno bicarbonato ed acquista un colore rosso vivo simile a quello del sangue arterioso, ma riacquista il dicroismo per una nuova corrente d'acido carbonico, per perderlo di bel nuovo per l'azione del gas idrogeno bicarbonato.

Si hanno quindi cinque gas, l'ossido di carbonio (CO), il protossido di nitrogeno (NO), il biossido di nitrogeno (NO<sub>2</sub>), il protocarbonato d'idrogeno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), e l'idrogeno bicarbonato (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) che danno al sangue un colore rosso vivo e che tolgono al medesimo le proprietà dicroistiche; gas che hanno proprietà fisiche e composizione chimica molto differente; per cui fa d'uopo concludere che questi gas producono al certo un cambiamento molecolare nell'ematina, cambiamento molecolare che si avvicina di molto a quello prodotto nella stessa per l'azione

dell'ossigeno. Io credo che attualmente tutte le altre deduzioni sarebbero inutili perchè mancanti d'ogni base sperimentale. Un dubbio solo potrebbe sorgere ed è se i gas erano chimicamente puri. Esso può venire rimosso solo facendo un'analisi elementare dei gas adoperati, ed io non avrei omessa questa precauzione se fossi attualmente fornito dei mezzi a tale scopo, però tutte le avvertenze avute nella preparazione dei gas e di cui feci parola m'assicurano sufficientemente della loro purezza.



*Continuazione e fine della Memoria: TEORIA DINAMICA DEL CALORICO,*  
DEL DOTT. DOMENICO TURAZZA.

Questo teorema è un'immediata conseguenza del principio generale assunto, dappoichè tornando la sostanza operante nello stato originario, il suo calorico attuale torna quello di prima, e, a processo compiuto, è nullo l'interno lavoro. Può anche facilmente dedursi dal teorema precedente così:

Sia ABCD (fig. 4.) la curva dell'energia; si conducano le due ordinate  $bB$  e  $dD$  tangenti alla curva stessa, oppure corrispondenti ai punti di massimo e minimo volume, e le due curve di nessuna trasmissione AM, CN tangenti esse pure alla stessa curva, oppure la più bassa e la più alta fra tutte le dette curve corrispondenti ai varii punti della curva dell'energia. Nel passaggio dal volume  $Ob$  al volume  $Od$  secondo la curva dell'energia BCD, l'esterno lavoro sviluppato dalla sostanza sarà rappresentato dall'area  $bBCDd$ , e nella compressione da  $d$  in  $b$  secondo la curva DAB il lavoro esterno speso lo sarà dall'area  $bBADd$ ; quindi il lavoro risultante sarà rappresentato dall'area ABCD racchiusa dall'intera curva dell'energia. D'altra parte durante il passaggio pel ramo ABC la sostanza assorbe dalla sorgente una quantità di calorico proporzionale all'area MABCN infinitamente estesa, e nel passaggio



pel ramo CDAB versa nello scaricatore una quantità di calorico proporzionale all' area MADCN essa pure infinitamente estesa; il calorico dunque effettivamente scomparso sarà proporzionale alla differenza di queste due aree, ch' è appunto l' area ABCD, la quale rappresenta anche il lavoro esterno. Ora quest' area non dipende menomamente dalle due curve AM, CN di nessuna trasmissione, ma solo dalla curva dell' energia, la quale è indipendente (§. 10) dalla natura della sostanza operante, e dipende solo dalla legge che lega le tensioni della sostanza ai successivi volumi, legge che, come abbiamo veduto, può rendersi eguale per qualunque sostanza compartendo opportunamente alla sostanza stessa le necessarie quantità di calorico.

19. *Scolio.* Spesso la curva dell' energia è costituita da una linea spezzata, formata da varii rami di linee di egual calorico attuale e di nessuna trasmissione, le quali tutte dipendendo dalla natura della sostanza operante, potrebbe sorgere il dubbio che allora la natura della sostanza operante avesse un' influenza sulla quantità di calorico effettivamente scomparso, e convertito in lavoro esterno: ogni dubbio però scomparirà riflettendo solo che per un' altra sostanza quelle linee non saranno più linee di egual calorico attuale e di nessuna trasmissione, ma che nulla osta che anche la seconda sostanza passi per la stessa serie di tensioni e volumi corrispondenti alla data linea spezzata, ponendola successivamente in comunicazione con idonee sorgenti ed opportuni scaricatori.

20. Suppongasì che l' assorbimento del calorico da una sorgente durante l' espansione della sostanza operante, e l' emissione di calorico in uno scaricatore durante la compressione si facciano in modo che in ciascuna delle dette operazioni il calorico attuale della sostanza rimanga costante, locchè è realizzabile sempre portando ogni volta in contatto colla sostanza un' opportuna sorgente ed uno scaricatore ambedue di quelli che abbiamo detto permanenti: suppongasì che il passaggio da un calorico attuale ad un altro avvenga lasciando dilatare o comprimendo la sostanza lungi da ogni esterna influenza termica, e quindi secondo linee di nessuna trasmissione: suppongasì finalmente di seguire un ciclo perfetto, cosicchè a operazione compiuta la sostanza operante riprenda la sua condizione

originaria. In ciò fare la sostanza avrà dalle varie sorgenti assorbito delle quantità di calorico in particolari condizioni di calorico attuale della sostanza stessa, ed avrà scaricato negli scaricatori delle altre quantità di calorico in differenti condizioni del suo calorico attuale; sicchè a operazione compiuta vi sarà del calorico convertito in lavoro esterno sotto all'influenza di determinati calorici attuali della sostanza operante, e del calorico trasmesso dalle sorgenti per l'intermezzo della sostanza negli scaricatori pure sotto all'influenza di assegnati calorici attuali della sostanza medesima. Ora fra i calorici convertiti in lavoro esterno e i calorici trasmessi esistono sempre determinate relazioni, le quali dipendono unicamente dai calorici attuali sotto la cui influenza avvengono le dette trasformazioni e trasmissioni; dipendenze che per maggiore e più facile intelligenza noi ci proponiamo di rintracciare successivamente nei seguenti paragrafi.

21. Allo scopo di isolare completamente il calorico convertito in lavoro esterno dal calorico trasmesso, supponiamo che la conversione del calorico in lavoro esterno avvenga sotto l'influenza della continua presenza nella sostanza di un calorico attuale  $T_1$ , e che la trasmissione del calorico si debba fare da una sorgente atta a mantenere nella sostanza il calorico attuale  $T_1$  in uno scaricatore che, posto in contatto colla sostanza, conservi ad essa il calorico attuale  $T_1$ . Sia  $Oa$  fig. 5. il volume originario della sostanza operante, ed  $aA$  la sua tensione. La detta conversione si potrà ottenere direttamente nel modo il più semplice col processo seguente.

Sieno  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  (fig. 5.) le linee isotermitiche della sostanza operante corrispondenti ai calorici attuali  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ , linee di nessuna trasmissione della stessa sostanza. Tolta la sostanza all'azione di qualunque influenza termica esterna, si lasci espandere fino a che il suo calorico attuale passi da  $T_1$  a  $T_2$ , durante il quale passaggio la relazione fra la tensione e il volume della sostanza sarà data dall'arco  $AB$  della linea di nessuna trasmissione  $M_1$ , passante per  $A$ . Pervenuta la sostanza nella condizione corrispondente al punto  $B$ , si ponga in comunicazione colla sorgente atta a mantenere costante il suo calorico attuale  $T_2$ , e si lasci espandere fino a che ha as-

sorbito dalla sorgente stessa la quantità di calorico  $Q_2$ , essa si espanderà secondo la legge rappresentata dalla linea di egual calorico attuale  $T_2$ ; suppongasi che per assorbire la detta quantità di calorico  $Q_2$  si dilati fino ad acquistare il volume  $Oe$ . Pervenuta nella condizione corrispondente a  $C$  si torni a sottrarre all'azione di qualunque influenza termica esterna, e si lasci espandere fino a che il suo calorico attuale diventa  $T_1$ , dilatandosi con ciò secondo la legge rappresentata dalla linea di nessuna trasmissione  $M_1$ , che passa per  $C$  fino al punto  $d$  corrispondente al punto  $D$  d'incontro delle due linee  $M_1$  e  $T_1$ . Quando la sostanza ha raggiunto il volume  $Od$  e la corrispondente tensione  $dD$  si ponga in comunicazione collo scaricatore idoneo a mantenere nella sostanza stessa il calorico attuale  $T_1$ , e mediante un'azione esterna si comprima fino a che si scarica, dalla sostanza nello scaricatore la quantità di calorico  $Q_2$  ch'era stata prima assorbita: la sostanza si comprimerà secondo la legge rappresentata dalla linea  $T_2$  e perverrà ad acquistare un volume  $Of$  minore di  $Oe$ , essendo  $E$  il punto d'incontro di  $T_2$  con  $M_1$ , perchè per ipotesi, e pel teorema I deve essere  $M_1BCM_2$  eguale a  $M_1FDM_2$ . Giunta la sostanza nella condizione corrispondente al punto  $F$  si tolga dall'azione di qualunque influenza termica esterna, e si continui a comprimere fino a che il suo calorico attuale diventi  $T_1$ , la legge rappresentante la relazione fra i corrispondenti volumi e tensioni sarà quella data dalla curva  $M_1$  di nessuna trasmissione passante per  $F$  e la sostanza acquisterà il volume  $Og$  e la tensione  $gG$  corrispondenti al punto d'incontro delle due linee  $M_1$  e  $T_1$ . Finalmente si ponga la sostanza operante in comunicazione colla sorgente atta a mantenergli invariato il calorico attuale  $T_1$  e si lasci espandere fino a raggiungere la condizione iniziale in  $A$ ; in quest'ultimo stadio assorbirà dalla sorgente una quantità di calorico  $Q_1$  la quale sarà tutta convertita in lavoro esterno, perchè durante l'intero processo la sostanza ha assorbita la quantità di calorico  $Q_1 + Q_2$  ed ha scaricata la quantità  $Q_2$ .

22. Il processo precedentemente analizzato dimostra che, quando  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$  sieno determinati, ad un dato valore  $Q_2$  del calorico trasmesso corrisponde di necessità un determinato valore del calorico  $Q_1$  convertito in lavoro esterno; imperocchè

essendo assegnate  $Q_1$  sarà determinata l'area  $M,BCM_1$ , e quindi i punti C e D; e siccome D è dato e dev'essere l'area  $M,FDM_1$ , eguale all'area  $M,BCM_1$ , così, togliendo la parte comune  $M,EDM_1$ , sarà l'area  $M,FEM_1$ , eguale all'area BCDE, dal che riesce pienamente determinato il punto F, quindi la linea  $GFM_1$ , quindi il punto G e finalmente l'area  $M,GAM_1$ , cioè la quantità di calorico  $Q_1$  convertita in lavoro esterno. Un identico ragionamento mostrerà che quando sia dato  $Q_1$  la quantità  $Q_2$  sarà essa pure pienamente determinata.

Egli è poi evidente che seguendo lo stesso processo in ordine inverso spenderemo un lavoro esterno equivalente alla quantità di calorico  $Q_1$ , che rimetteremo sotto questa forma nella sorgente calorifica cui corrisponde il calorico attuale  $T_1$ , e faremo passare per l'intermezzo della sostanza una quantità di calorico  $Q_2$  dallo scaricatore al calorico attuale  $T_2$  nella sorgente calorifica che conserva nella sostanza il calorico attuale  $T_3$ .

23. Rimanendo i medesimi  $T_1, T_2, T_3$ , qualunque sia il processo che seguiremo, purchè la conversione avvenga a costante calorico attuale  $T_1$  e la trasmissione sotto l'influenza della continua presenza di un calorico attuale  $T_2$  durante l'ammissione, e di un calorico attuale  $T_3$  durante lo scarico, sempre per convertire in lavoro esterno la quantità di calorico attuale  $Q_1$ , sarà mestieri trasmettere la quantità di calorico  $Q_2$ . Infatti siavi, se è possibile, un processo per cui convertendo in lavoro esterno la quantità di calorico  $Q_1$  si trasmetta invece una quantità di calorico  $Q_2$  maggiore per es. di  $Q_1$ ; se ciò fosse, applicando prima questo processo in ordine diretto avremo convertito in lavoro esterno la quantità di calorico  $Q_1$ , e portata dalla seconda sorgente nello scaricatore la quantità di calorico  $Q_2$ ; ciò fatto, se applicheremo il processo del paragrafo 21 in ordine inverso, rimetteremo nella prima sorgente la quantità di calorico  $Q_1$  spendendo per ciò il lavoro esterno dapprima ottenuto, e trasporteremo dallo scaricatore nella sorgente una quantità di calorico  $Q_2$  minore di  $Q_1$ . Così continuando ad alternare i due processi potremo far passare dalla sorgente nello scaricatore, e inversamente se fosse  $Q_2 < Q_1$ , quanto calorico si vorrà senza nulla spendere, ottenendo un effetto senza causa, locchè è assurdo.

È anche facile vedere che ciò ha luogo qualunque sia il volume originario da cui parte la sostanza per eseguire le dette trasformazioni.

Infatti sieno, *fig. 6*,  $T_1, T_2, T_3$  le linee isoterme della sostanza operante corrispondenti ai calorici attuali  $T_1, T_2, T_3$ , e sieno  $M_0, M_1, M_2$  ec. linee di nessuna trasmissione, tali che le aree  $M_0A_0A_1M_1, M_1A_1A_2M_2$  ec., infinitamente estese sieno eguali fra loro. Sia  $Q_1$  la quantità di calorico che la sostanza assorbe dalla sorgente espandendosi a calorico attuale  $T_1$  da  $A_0$  in  $A_1$ , e quindi da  $A_1$  in  $A_2$  ec., e sia  $Oa_0$  il volume originario della sostanza stessa. Facendo espandere la sostanza da  $A_0$  in  $A_1$  e poi seguendo il solito processo convertiremo in lavoro esterno la quantità di calorico  $Q_1$  e ne trasmetteremo la quantità  $Q_2$ ; e così pure sarà se il volume originario è invece  $Oa_1$  e si lasci espandere la sostanza da  $A_1$  in  $A_2$ , imperocchè se in tal caso trasmettesse una quantità di calorico differente, applicandovi invece il processo del paragrafo 21, nel qual caso la conversione del calorico in lavoro esterno si effettuerebbe durante l'espansione da  $A_0$  in  $A_1$ , in ordine inverso si cadrebbe nella stessa conseguenza d'un effetto senza causa. Egualmente si proverebbe pel volume  $Oa_2$  ec.

24. A primo aspetto potrebbe parere che nei precedenti processi sulla quantità di calorico  $Q_1$  dovesse avere un'influenza anche la natura della sostanza operante, pure a dimostrare che ciò non ha luogo basterà osservare che restando i medesimi i calorici attuali  $T_1, T_2$  e  $T_3$ , possiamo usare delle stesse sorgenti e del medesimo scaricatore a mantenere costanti i detti calorici in qualunque sostanza, e allora se usando di una certa sostanza mediante un processo diretto di conversione si trasporta dalla seconda sorgente nello scaricatore una quantità di calorico  $Q_1$ , e se usando invece di un'altra sostanza se ne trasportasse una quantità  $Q_2$  maggiore o minore di  $Q_1$ , applicando i detti processi in ordine inverso alternativamente sopra le due sostanze, potremmo trasportare indefinitamente calorico dalla sorgente nello scaricatore, o inversamente senza nulla spendere locchè è assurdo. Dunque ec.

Da quanto abbiamo minutamente discusso nei numeri precedenti risulta il *Teorema III*. In un ciclo completo di con-

versione qualunque nel quale l'espansione e la compressione avvengono secondo linee di egual calorico attuale e di nessuna trasmissione, per convertire in lavoro esterno una data quantità di calorico  $Q$ , sotto all'influenza della continua presenza nella sostanza operante di un calorico attuale  $T_1$ , facendo per l'intermezzo della sostanza stessa passare il calorico da una sorgente in uno scaricatore sotto all'influenza della continua presenza di un calorico attuale  $T$ , durante l'ammissione, e  $T$ , durante lo scarico, è necessario far sempre passare una quantità di calorico determinata, la quale dipende unicamente dalla quantità di calorico  $Q$ , convertita in lavoro esterno, e dai calorigi attuali  $T_1$ ,  $T_2$ , e  $T$ , sotto della cui influenza avvengono la conversione del calorico in lavoro, e la trasmissione del calorico dalla sorgente nello scaricatore.

25. *Teorema IV.* Applicando il processo del precedente teorema, quando i calorigi attuali  $T_1$ ,  $T_2$ , e  $T$ , non mutino,  $Q$ , ha con  $Q$ , un rapporto costante, rapporto che dipende unicamente dai valori di  $T_1$ ,  $T_2$ , e  $T$ .

Supponiamo infatti, se è possibile, che siavi un processo, e un'altra sostanza, per cui convertendo in lavoro esterno la quantità di calorico  $2Q$ , si trasmetta una quantità di calorico  $Q$ , maggiore o minore di  $2Q$ . Applicando in maniera diretta il processo per cui si converte in lavoro esterno la quantità di calorico  $Q$ , trasmettendo la quantità  $Q$ , due volte avremo ottenuto un lavoro esterno  $2Q$ , e portato dalla sorgente nello scaricatore una quantità di calorico  $2Q$ ; ciò fatto si applichi in maniera inversa il secondo processo, allora spenderemo il lavoro  $2Q$ , ottenuto dalla replicata applicazione del primo processo, e trasporteremo dallo scaricatore nella sorgente la quantità di calorico  $Q$ . Se dunque non è  $Q$ , eguale a  $2Q$ , o resterà nel recipiente del calorico portatovi nel primo processo, o ne avremo rimesso nella sorgente di più di quello che vi abbiamo prima sottratto, e quindi continuando indefinitamente l'applicazione dei due processi alternativamente, potremo senza nulla spendere portare quanto calorico si voglia o dallo scaricatore nella sorgente, o da questa in quello locchè è assurdo. Dunque ec.

26. *Corollario I.* Il rapporto fra il calorico assorbito e il

calorico trasmesso da una sostanza qualunque, quando l'espansione e la compressione avvengano a calorico attuale costante e per linee di nessuna trasmissione, dipende unicamente dal valore dei calorigi attuali sotto la cui presenza avvengono l'espansione e la compressione.

Sieno *fig. 7*  $Oa$ ,  $aA$  il volume e la tensione della sostanza operante;  $T_1$  e  $T_2$  le linee di egual calorico attuale corrispondenti all'espansione ed alla contrazione della detta sostanza;  $M$  ed  $N$  le due linee di nessuna trasmissione passanti per  $A$  e per  $B$ . Posta la sostanza in presenza di un'opportuna sorgente, si lasci espandere a calorico attuale  $T_1$  da  $A$  in  $B$ , e assorba in ciò fare dalla sorgente stessa una quantità di calorico  $Q_1 + Q_2$ . Giunta in  $B$  si tolga all'azione di qualunque influenza termica esterna, e si lasci espandere fino a che il suo calorico attuale diventa  $T_2$ , locchè avverrà secondo la legge rappresentata dalla linea di nessuna trasmissione  $BN$ . Pervenuta nella condizione corrispondente al punto  $C$  si ponga in presenza di un idoneo scaricatore e si comprima a costante calorico attuale  $T_2$  fino in  $D$  in cui la curva  $T_2$  incontra la  $M$ , e durante la compressione si scarichi dalla sostanza nello scaricatore la quantità di calorico  $Q_2$ . Finalmente pervenuta nella condizione corrispondente a  $D$ , si sottragga da qualunque azione termica esterna e si continui a comprimere fino a che riprenda in  $A$  la condizione di prima.

La sostanza operante avrà assorbita la quantità di calorico  $Q_1 + Q_2$  e avrà trasmessa la quantità  $Q_2$ ; ora pel teorema è

$$Q_1 = K.Q_2$$

essendo  $K$  una funzione soltanto di  $T_1$  e  $T_2$ , e quindi sarà pure

$$Q_1 + Q_2 = (K + 1) Q_2$$

donde

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = K + 1;$$

ma  $K$  è solo funzione di  $T_1$  e  $T_2$ , e tale sarà pure  $K + 1$ , dunque ec.

**Corollario II.** Essendo  $f$  ed  $F$  due funzioni differenti sarà

$$Q_1 = Q_2 \cdot f(T_1) \cdot F(T_2, T_3).$$

Infatti pel teorema dimostrato è

$$Q_1 = Q_2 \phi(T_1, T_2, T_3)$$

e immaginando che  $Q_2$ ,  $T_2$  e  $T_3$  restino i medesimi, e che  $Q_1$  e  $T_1$  diventino  $Q'_1$  e  $T'_1$  sarà

$$Q'_1 = Q_2 \phi(T'_1, T_2, T_3)$$

e quindi

$$\frac{Q_1}{Q'_1} = \frac{\phi(T_1, T_2, T_3)}{\phi(T'_1, T_2, T_3)}$$

e siccome  $Q_1$  e  $Q'_1$  rappresentano le quantità di calorico assorbite dalla sostanza espandendosi a calorico attuale costante fra le stesse due linee di nessuna trasmissione, così pel corollario precedente il loro rapporto non può essere che funzione di  $T_1$  e  $T'_1$ , quindi nel secondo membro dell'equazione superiore devono sparire le quantità  $T_2$  e  $T_3$ , pel che è necessario che sia

$$\phi(T_1, T_2, T_3) = f(T_1) \cdot F(T_2, T_3)$$

donde

$$Q_1 = Q_2 \cdot f(T_1) \cdot F(T_2, T_3).$$

**27. Problema I.** Assegnare la relazione che esiste fra le funzioni  $f$  ed  $F$ .

Sieno  $M_1, M_2, M_3$  fig. 8 tre linee di nessuna trasmissione;  $T_1, T'_1, T_2, T_3$  linee di egual calorico attuale di una sostanza qualunque, e sia l'area  $M_1FGM_2$  infinitamente prolungata eguale all'area  $CDEG$ : sieno di più  $Q_1, Q'_1$  e  $Q_2$  le quantità di calorico assorbite dalla sostanza operante espandendosi sotto la presenza dei calorici attuali  $T_1, T'_1, T_2$  da  $A$  in  $B$ , da  $A_1$  in  $B_1$  e da  $C$  in  $D$ ; per semplicità di linguaggio indicheremo le espansioni e le contrazioni lungo le rispettive linee per indicare le condizioni sotto alle quali esse si eseguiscano. Lasciando espan-



dere la sostanza da A in B, da B in C, da C in D e da D in E, e poi comprimendola da E in F e da F in A convertiremo in lavoro esterno una quantità di calorico  $Q_1$  preso dalla sorgente  $T_1$  e trasporteremo una quantità di calorico  $Q_2$  dalla sorgente  $T_2$  nello scaricatore  $T_3$ . Ciò fatto se lasciamo espandere la sostanza da A in F e da F in E, e quindi la comprimiamo da E in D, da D in C, da C in B, da B in A, e da A in A, metteremo nella sorgente  $T'$  una quantità di calorico  $Q'_1$  e leveremo dallo scaricatore  $T_3$  la quantità di calorico  $Q_2$  messavi col primo processo rimettendola nella sorgente  $T_1$ . In ultima analisi avremo una quantità di calorico  $Q_1$  cavata dalla sorgente  $T_1$  ed una quantità di calorico  $Q'_1$  versata nella sorgente  $T'$ , con un avanzo di lavoro esterno corrispondente alla differenza  $Q_1 - Q'_1$ ; sarà dunque il medesimo come se si fosse lasciata espandere la sostanza da A in B, da B in B, e poi si fosse compressa da B in A, e da A in A. Ora per quanto si è dimostrato precedentemente sarà:

$$Q_1 = Q_1 f(T_1) \cdot F(T_1, T_2)$$

$$Q'_1 = Q'_1 f(T'_1) \cdot F(T_3, T'_1)$$

$$Q_1 - Q'_1 = Q'_1 f(T_1) \cdot F(T_1, T'_1),$$

dalle quali equazioni si ha tosto

$$F(T_2, T_3) \{f(T_1) - f(T'_1)\} = f(T_1) \cdot f(T'_1) F(T_1, T'_1) \cdot F(T_2, T_3)$$

donde

$$F(T_1, T'_1) = \frac{f(T_1) - f(T'_1)}{f(T_1) f(T'_1)}.$$

28 *Corollario.* Per la precedente si ha tosto

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{f(T_1) [f(T_2) - f(T_3)]}{f(T_2) f(T_3)}.$$

Se di più si suppone che il calorico attuale della compres-

sione, sia eguale a quello della espansione, e diciamo  $Q_1$  il calorico totale assorbito dalla sostanza quando essa si espande fra due date linee di nessuna trasmissione sotto l'influenza della continua presenza di un calorico attuale  $T_1$ , e  $Q_2$ , la quantità di calorico che assorbe espandendosi fra le stesse due linee di nessuna trasmissione ma sotto l'influenza della continua presenza del calorico attuale  $T_2$ , sarà

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \frac{f(T_1) - f(T_2)}{f(T_2)},$$

da cui

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{f(T_1)}{f(T_2)}.$$

29 Due linee AB, CD, fig. 9, tali che la sostanza operante passando da una linea di equal calorico attuale  $T_1$  qualunque ad un'altra pure di equal calorico attuale  $T_2$  infinitamente vicina lungo le curve stesse assorba o scarichi eguali quantità di calorico si dicono *linee di equal trasmissione*. Se dunque nei punti  $a$  e  $b$ ,  $c$  e  $d$  in cui le dette linee sono tagliate dalle due linee isotermitiche  $T_1$  e  $T_2$  infinitamente vicine, si conducano le rispettive curve di nessuna trasmissione  $m, m_1$ ;  $n, n_1$  le due aree  $mabm_1$ ,  $ncdn_1$  infinitamente prolungate saranno eguali fra loro.

Ciò premesso

**Teorema V.** Se si abbiano due linee di equal trasmissione e due linee di nessuna trasmissione passanti per due eguali punti di una linea isotermitica qualunque, e le dette linee si taglino con una seconda linea isotermitica qualunque, le quantità di calorico assorbite o scaricate dalla sostanza, espandendosi o contraendosi a quel calorico attuale costante che corrisponde alla linea isotermitica secante fra le due curve di nessuna trasmissione e fra le due di equal trasmissione, sono eguali fra loro.

Infatti sieno, fig. 10,  $A_1A_2$   $B_1B_2$  due linee di equal trasmissione, e  $A_1m_1$ ,  $B_1n_1$  due linee di nessuna trasmissione passanti pei punti  $A_1$  e  $B_1$  della linea isotermitica  $T_1$ ; si conducano le linee isotermitiche  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  ec. infinitamente vicine, e sia  $T_2$  la secante generica; finalmente pei punti in cui le dette linee ta-

gliano le date linee di egual trasmissione si guidino le corrispondenti linee di nessuna trasmissione  $m_0, m_1, m_2$ , ec.;  $n_0, n_1, n_2$ , ec. Per quanto abbiain detto sarà:

$$\text{area } m_1 A_1 A_0 m_0 = \text{area } n_1 B_1 B_0 n_0$$

e, per essere infinitesime di second' ordine le aree  $A_1 a_1 A_0$ ;  $B_1 b_1 B_0$ , anche

$$\text{area } m_1 A_1 A_0 m_0 = \text{area } n_1 B_1 b_0 n_0$$

a cui aggiungendo la parte comune  $m_0 a_1 B_1 n_1$  sarà

$$\text{area } m_1 A_1 B_1 n_1 = \text{area } m_0 a_1 b_1 n_0.$$

Così pure si dimostrerà

$$\text{area } m_1 A_1 B_1 n_1 = \text{area } m_1 a_1 b_1 n_1$$

ma pel § 18 è

$$\frac{\text{area } m_1 A_1 B_1 n_1}{\text{area } m_1 a_1 b_1 n_1} = \frac{f(T_1)}{f(T_2)} \quad \text{e} \quad \frac{\text{area } m_0 a_1 b_1 n_0}{\text{area } m_1 a_1 b_1 n_0} = \frac{f(T_1)}{f(T_2)};$$

dunque i detti due rapporti sono eguali, ed essendo eguali i numeratori, tali saranno anche i denominatori, e quindi sarà

$$\text{area } m_1 A_1 B_1 n_1 = \text{area } m_0 a_1 b_1 n_0$$

ecc.

Risulta dunque che le quantità di calorico che la sostanza assorbe o scarica passando da  $A_1$  in  $B_1$  e da  $a_1$  in  $b_1$  sono eguali, e così quelle che assorbe o scarica passando da  $A_1$  in  $B_2$  e da  $a'_1$  in  $b'_1$ ; da  $A_1$  in  $B_3$ , e da  $a''_1$  in  $b''_1$ , ec. rispettivamente; quindi rispettivamente anche eguali le aree

$$A_0 B_0 B_1 A_1 \text{ e } A_0 B_0 b_1 a_1; A_1 B_1 B_2 A_2 \text{ e } a_1 b_1 b'_1 a'_1; A_2 B_2 B_3 A_3 \text{ e } a'_1 b'_1 b''_1 a''_1, \text{ ec.}$$

che rappresentano il lavoro esterno sviluppato dalla sostanza

mediante il processo rappresentato graficamente dalle aree medesime, attesochè se nel passaggio per le curve di nessuna trasmissione la sostanza non assorbe nè scarica calorico, nel passaggio per le curve di egual trasmissione tanto ne scarica quanto ne assorbe. Finalmente l'area  $A_1 B_1 B_2 A_2$  eguaglierà l'area  $A_1 B_1 b_2 a_2$  perchè ambedue risultanti da un egual numero di area rispettivamente eguali; quindi tanto calorico assorbirà o scaricherà la sostanza passando da  $A_1$  in  $B_2$  quanto ne assorbe o ne scarica passando da  $a_2$  in  $b_2$ ; dunque ec.

30. *Corollario*. Quanto si è dimostrato aver luogo quando per passare da un calorico attuale ad un altro si lascia espandere o si comprime la sostanza secondo linee di nessuna trasmissione, ha luogo ancora quando per operare questo passaggio si fa espandere o si comprime la sostanza secondo linee di egual trasmissione.

Infatti rappresenti (fig. 11) ABCDEFGA il processo seguito per convertire in lavoro esterno la quantità di calorico  $Q_1$  assorbita dalla sostanza operante nel passaggio da A in B avendo trasmessa la quantità di calorico  $Q_2$  assorbita nel passaggio da C in D e scaricata nel passaggio da E in G, essendosi operato il passaggio da un calorico attuale ad un altro secondo le linee di nessuna trasmissione  $M_1, M_2, M_3$ ; e sieno  $N_1, N_2, N_3$  tre linee di egual trasmissione passanti per A e B, e pel punto U così determinato che il calorico assorbito nell'espansione da Q in U sia eguale a quello assorbito durante l'espansione da C in D. Per quanto si è dimostrato superiormente sarà

$$\text{area APQB} = \text{area ABHC}$$

$$\text{area ARSB} = \text{area AGFB}$$

$$\text{area QUSVU} = \text{area CFDE};$$

dunque da V in R scarica tanto calorico quanto ne scarica da E in G; dunque ec.

31. *Problema II*. Assegnare la forma della funzione  $f$ .

Mediante l'impiego di un'esterna energia e il consumo di un lavoro esterno eguale al lavoro interno della sostanza operante.

rante è possibile sempre supporre realizzata una curva di energia tale che la sostanza operante nel passare dalla curva isotermica corrispondente al calorico attuale  $T$  alla curva di equal calorico attuale  $T + dT$  infinitamente vicina, assorba dalla sorgente calorifica unicamente la quantità di calorico  $dT$  che va ad aumentare il suo calorico attuale. Sia  $AG$  fig. 12 una curva di energia così determinata; sieno  $AB$ ,  $CF$  due curve isotermeche infinitamente vicine, a cui competano i calorici attuali  $T$  e  $T - dT$ ; sia  $Gn$  la linea di zero calorico attuale, la quale è linea isotermica e linea di nessuna trasmissione insieme, e che si confonderebbe coll'asse  $x$  se per  $T = 0$  fosse pur zero la tensione della sostanza; sieno finalmente  $A$ ,  $C$ ,  $G$  i punti in cui le dette curve sono tagliate dalla  $AG$ . Pei punti  $A$  e  $C$  si conducano le linee di nessuna trasmissione  $Am$ ,  $Cn$ , e per ciò che si è assunto sarà l'area  $n, CA m$  equivalente al calorico  $dT$ . Si determini sulla  $AT$  un punto  $B$  tale che condotta per  $B$  la curva  $BH$  di equal trasmissione della  $AG$  sia l'area  $ABDC$  eguale all'area  $n, CA m$ , e si conduca per  $B$  la linea di nessuna trasmissione  $Bm$ .

Essendo  $AH$  e  $BH$  linee di equal trasmissione,  $Am$  e  $Bm$ , linee di nessuna trasmissione aventi colle prime comuni i punti  $A$  e  $B$  della linea isotermica  $AB$ , per quanto si è sopra dimostrato sarà

$$\text{area } ABFE = \text{area } ABCD = \text{area } n, CA m;$$

e quindi se diciamo  $Q_1$  la quantità di calorico assorbita dalla sostanza nel passaggio da  $A$  in  $B$  lungo la linea isotermica  $AB$  e  $Q_2$  quella che scarica passando da  $F$  in  $E$  lungo la seconda linea isotermica  $FC$ , sarà

$$Q_1 - Q_2 = dT.$$

Di più essendo  $AB$ ,  $GH$  linee isotermeche, sarà ancora

$$\text{area } ABGH = \text{area } mABm, \text{ infinitamente prolungata;}$$

ma l'area  $ABGH$  è eguale alla somma di tutte le aree elemen-

tari ABCD da  $T = 0$  fino a  $T$ , ed è quindi equivalente a  $T$ ; e l'area MBAM, è equivalente a  $Q_1$ , per cui sarà

$$Q_1 = T;$$

dunque pel caso rappresentato dal processo ABFE sarà

$$Q_1 = T \text{ e } Q_2 = T - dT,$$

quindi in tal caso

$$\frac{dT}{T} = \frac{f(T) - f(T - dT)}{f(T)} = \frac{f'(T)dT}{f(T)},$$

donde integrando

$$f(T) = K \cdot T$$

essendo  $K$  una costante arbitraria.

32. Per la forma ora assegnata della funzione  $f$ , sarà

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ossia anche

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2},$$

quindi

**Corollario I.** Quando una sostanza qualunque si espanda o si comprima fra due linee di nessuna o di egual trasmissione sotto l'influenza della continua presenza di calorici attuali differenti, le quantità di calorico assorbite o scaricate stanno fra loro nel rapporto dei calorici attuali.

**Corollario II.** Quando si converte calorico in lavoro mediante l'espansione e la successiva compressione di una sostanza fra due linee di eguale o di nessuna trasmissione, a calorico attuale costante tanto della espansione quanto della compressione, ma differenti fra loro, il calorico convertito in lavoro sta al calorico trasmesso come la differenza dei calorici attuali

330060A

corrispondenti alla espansione ed alla compressione sta al calorico attuale sotto la cui presenza avviene la compressione.

Oppure anche, nel caso istesso ora contemplato, sta il calorico convertito in lavoro a tutto il calorico assorbito, come la differenza dei calorici attuali della espansione e della compressione sta al calorico attuale della espansione.

Vi ha dunque vantaggio a rendere il più possibilmente differenti i calorici attuali della espansione e della compressione, ed a diminuire quanto si può il calorico attuale della espansione.

33. Se si considerano due linee di nessuna o di egual trasmissione AM, BN *fig. 13* intersecate da una serie di curve isoterme  $T_1, T_2, T_3$  ec. e diciamo  $Q_1, Q_2, Q_3$  ec. le quantità di calorico assorbite o scaricate dalla sostanza nel suo espandersi o costiparsi a calorico attuale costante fra le dette due linee di eguale o di nessuna trasmissione, per quello che si è ora dimostrato sarà

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad \frac{Q_2}{Q_3} = \frac{T_2}{T_3}, \quad \frac{Q_3}{Q_4} = \frac{T_3}{T_4} \text{ ec. ,}$$

donde

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_3}{T_3} = \text{ec. ,}$$

cioè

*Corollario III.* Quando le espansioni o le compressioni avvengano a calorico attuale costante fra due medesime linee di eguale o di nessuna trasmissione, il rapporto fra la quantità di calorico assorbito o scaricato e il calorico attuale della sostanza rimane costante.

Ne discende che, se i calorici attuali  $T_1, T_2, T_3$  ec. differiscano di quantità costante, le aree dei quadrilateri formati dalle intersezioni delle due linee di eguale o di nessuna trasmissione colle linee isoterme corrispondenti sono eguali fra loro. Infatti si ha

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad ; \quad Q_1 - Q_2 = \frac{Q_2}{T_2} (T_1 - T_2)$$

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad ; \quad Q_1 - Q_2 = \frac{Q_1}{T_1} (T_1 - T_2) ,$$

ec.

ma se è  $T_1 - T_2 = T_2 - T_3 = \text{ec.}$ , essendo  $\frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_3}{T_3}$ , ec. saranno eguali anche i primi membri delle precedenti equazioni, i quali sono equivalenti alle aree indicate, dunque ec.

**34. Scolio.** Se una sostanza qualunque si espande o si comprime seguendo una qualunque linea d'energia, e si dica  $dQ$  la quantità di calorico assorbita o scaricata della sostanza stessa nell'espandersi o comprimersi fra due linee di nessuna trasmissione infinitamente vicine, essendo  $T$  il calorico attuale della sostanza corrispondente al punto in cui la detta curva dell'energia taglia le curve di nessuna trasmissione, la quantità

$$\frac{dQ}{T}$$

è costante.

Infatti sieno  $M_1, M_2$  fig. 14 le due curve di nessuna trasmissione infinitamente vicine, AB il tratto intercetto della curva d'energia; sia  $dQ$  la quantità di calorico assorbita nel passaggio da A in B e  $T$  il calorico attuale in A.

La quantità  $dQ$  sarà ( Teorema I ) equivalente all'area  $M_1ABM_2$ , infinitamente estesa, la quale non differisce dall'area  $M_1ADM_2$ , che dell'infinitesimo del second'ordine ADB, per cui essendo  $M_1ABM_2$  infinitamente poco differente da  $M_1ADM_2$ , e quest'ultima essendo già un infinitesimo di prim'ordine, si potrà prendere eguale a questa, e allora, per quanto si è dimostrato nel paragrafo precedente, sarà appunto  $\frac{dQ}{T}$  costante.

Se la curva dell'energia fosse tangente ad una delle due curve di nessuna trasmissione, allora per quell'elemento infinitesimo è  $dQ$  zero, e quindi, a meno che non sia anche

$T = 0$ , sarà  $\frac{dQ}{T} = 0$ , al di là ritorna la proprietà superiore, e quindi ad estendere generalmente la stessa basterà prendere per  $T$  il calorico attuale corrispondente a quel punto in cui la curva dell'energia taglia l'una o l'altra delle due curve sotto angolo finito.



35. *Teorema VI.* Se  $AB$  fig. 15 rappresenta la curva d'energia seguita dalla sostanza nel suo espandersi da  $A$  in  $B$ ;  $AM$ ,  $BN$  le due linee di nessuna trasmissione passanti pei punti estremi  $A$  e  $B$ ;  $RS$  una linea isotermica qualunque;  $C$  e  $D$  i punti in cui la linea stessa incontra le  $M$  ed  $N$ , e diciamo  $q$  la quantità di calorico che la sostanza assorbirebbe espandendosi a calorico attuale costante da  $C$  in  $D$  e  $\tau$  il calorico attuale corrispondente, sarà

$$\int_a^b \frac{dQ}{T} = \frac{q}{\tau}.$$

Infatti sieno  $am$ ,  $bn$  due linee di nessuna trasmissione infinitamente vicine, le quali taglino la curva  $RS$  nei punti  $c$  e  $d$ ; sia  $dQ$  la quantità di calorico assorbito dalla sostanza nel passare da  $a$  in  $b$  secondo la curva d'energia  $AB$ , e  $dq$  quella che assorbirebbe passando da  $c$  in  $d$  lungo la curva isotermica  $RS$ , e sia finalmente  $T$  il calorico attuale della sostanza corrispondente al punto  $a$ : per ciò che abbiain detto nel numero precedente sarà

$$\frac{dQ}{T} = \frac{dq}{\tau},$$

e quindi, per essere  $\tau$  costante,

$$\int_a^b \frac{dQ}{T} = \frac{q}{\tau}$$

come si era proposto.

36. *Corollario I.* Se dopo che la sostanza si è dilatata da  $A$  in  $B$  secondo la curva di energia  $AB$  venga compressa lungo una seconda curva di energia qualunque in modo, che il volume originario e l'originaria tensione essendo  $Oa$  e  $Bb$ , torni a riprendere il volume primitivo  $Oa$  e la primitiva tensione  $aA$ , ad operazione compiuta, se stimeremo come positive le quantità di calorico assorbite e come negative le scaricate, sarà

$$\int \frac{dQ}{T} = 0$$

estendendo l'integrale a tutto il calorico assorbito e scaricato.

Imperocchè torna il medesimo come se dopo che la sostanza si è espansa a calorico attuale costante  $\tau$  da C in D poi siasi compressa pure a calorico attuale costante  $\tau$  da D in C.

Questo corollario costituisce il secondo teorema fondamentale del Clausius nella sua Memoria « di una forma modificata del secondo teorema fondamentale della meccanica del calorico » citata in principio.

*Corollario II.* Se MAM, rappresenta la linea di nessuna trasmissione passante pel punto A di partenza; BN quella che corrisponde al punto estremo della espansione, la quantità

$$\int \frac{dQ}{T}$$

estendendo l'integrale a tutto il calorico assorbito e scaricato sarà positiva o negativa secondo che il punto C di arrivo, ossia il punto che corrisponde al volume e alla tensione finale della sostanza, cade fra le due linee MM, e BN, o fuori delle medesime.

Infatti conducendo per C la corrispondente linea di nessuna trasmissione, e poi tagliando tutte le linee con una stessa linea isotermica, la quale incontri per es. in D la BN, in C, quella passante per C ed in E la MM, il punto C, casca fra E e D nel primo caso, e al di qua di E nel secondo, e quindi il calorico assorbito nell'espansione da E in D è maggiore di quello restituito nella compressione nel primo caso, e minore invece nel secondo.

### CAPITOLO III.

#### *Formule.*

37. Nell'esprimere in linguaggio algebrico le conseguenze a cui siamo pervenuti nel precedente capitolo indicheremo sempre con

$\frac{1}{A}$  l'equivalente calorifico, cioè il numero di chilogramme-  
tri che corrispondono ad una caloria.

**T** il calorico attuale della sostanza, cioè il numero di calorie che si contengono nella massa uno d'una sostanza determinata sotto l'originaria forma di forza viva calefacente o di calorico.

**Q** la quantità di calorie che la massa uno della sostanza operante assorbe da una sorgente nel passare da una sua condizione determinata ad un'altra pure completamente determinata.

**v** il volume dell'unità di massa, e **p** la tensione, a cui supporremo sempre eguale la pressione esterna.

Ciò premesso suppongasi che la sostanza posta in presenza d'un'opportuna sorgente calorifica assorba dalla medesima la quantità di calorico  $dQ$ , e che perciò il suo volume aumenti di  $dv$  e il suo calorico attuale di  $dT$ . Sia  $dS$  il lavoro interno necessario a portare la sostanza operante dal volume  $v$  e calorico attuale  $T$  al volume  $v+dv$  e al calorico attuale  $T+dT$ : di più, essendosi ammesso che l'esterna pressione eguagli sempre la tensione o forza elastica della sostanza, sarà  $p.dv$  il lavoro esterno. Ora, pei principii generali assunti, della quantità di calorico  $dQ$  assorbita dalla sostanza, la parte  $dT$  si conserva sotto la forma di forza viva calefacente nell'aumentato suo calorico attuale, e un'altra parte si trasforma nei due lavori  $dS$  e  $p.dv$ , quindi sarà

$$\frac{1}{A} dQ = \frac{1}{A} . dT + d . S + p . dv$$

ossia

$$(I) \quad dQ = dT + A . d . S + A . p . dv .$$

38. Supponiamo in secondo luogo che una sostanza qualunque si espanda a calorico attuale  $T$  da un volume  $v_0$  fino ad un volume  $v_1$ , e diciamo

$$(Q_r)_{v_0}^{v_1}$$

la quantità di calorico che durante questo passaggio assorbe

da un' opportuna sorgente. Sia  $AB$  fig. 17 la linea di egual calorico attuale  $T$ , e si conduca la linea  $ab$  infinitamente vicina di egual calorico attuale  $T - dT$ , e sieno  $m$  ed  $n$  le due linee di nessuna trasmissione passanti per  $A$  e  $B$ . Se la sostanza seguendo il solito processo rappresentato dal quadrilatero  $ABbaA$  si espande e poi si comprime, trasformerà in lavoro esterno una quantità di calorico proporzionale all'area del detto quadrilatero, la quale quantità sarà numericamente espressa da

$$A \cdot dT \int_{v_0}^{v_1} \left( \frac{dp}{dT} \right) dv$$

prendendo l'integrale nell'ipotesi del  $T$  costante. Per quanto dunque si è dimostrato nel capitolo precedente sarà

$$\frac{A \cdot dT \int_{v_0}^{v_1} \left( \frac{dp}{dT} \right) dv}{\left( Q_x \right)_{v_0}^{v_1}} = \frac{dT}{T}$$

donde ricaveremo tosto

$$(II) \quad \left( Q_x \right)_{v_0}^{v_1} = A \cdot T \cdot \int_{v_0}^{v_1} \left( \frac{dp}{dT} \right) dv.$$

Se supponiamo  $v_0 = v$ ,  $v_1 = v + dv$ , la precedente diventa

$$(III) \quad \left( \frac{dQ}{dv} \right) = A \cdot T \cdot \left( \frac{dp}{dT} \right).$$

39. Posta la (I) sotto l'aspetto

$$\left( \frac{dQ}{dT} \right) dT + \left( \frac{dQ}{dv} \right) dv = \left\{ p + \left( \frac{ds}{dv} \right) \right\} dv + \left\{ 1 + A \left( \frac{ds}{dT} \right) \right\} dT$$

si spartisce nelle due

$$\left(\frac{dQ}{dT}\right) = 1 + A \left(\frac{dS}{dT}\right)$$

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right) = A \left\{ p + \left(\frac{dS}{dv}\right) \right\},$$

delle quali la seconda paragonata colla (III) dà

$$\left(\frac{dS}{dv}\right) = T \left(\frac{dp}{dT}\right) - p.$$

Integrata questa nell'ipotesi di  $T$  costante, e indicando con  $\phi(T)$  una funzione arbitraria di  $T$ , darà

$$S = \int_v \left\{ T \left(\frac{dp}{dT}\right) - p \right\} dv + \phi(T)$$

da cui

$$\left(\frac{dS}{dT}\right) = T \int_v \left(\frac{d^2p}{dT^2}\right) dv + \phi'(T).$$

Sostituendo questi valori nella prima equazione di questo numero, avremo

$$(IV) \quad dQ = \left\{ 1 + A \cdot \phi'(T) + A T \int_v \left(\frac{d^2p}{dT^2}\right) dv \right\} dT + A T \left(\frac{dp}{dT}\right) dv,$$

la quale è l'equazione generale dell'azione termo-dinamica del calorico.

40. Essendo per la (IV)

$$\left(\frac{dQ}{dT}\right) = 1 + A \cdot \phi'(T) + A T \int_v \left(\frac{d^2p}{dT^2}\right) dv$$

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right) = A T \left(\frac{dp}{dT}\right)$$

se si considerano  $v$  e  $T$  non più come variabili indipendenti, ma legate fra loro dalle equazioni che sussistono per qualunque sostanza fra la tensione, il volume e il calorico attuale, avremo

$$\left\{ \frac{d \cdot \left( \frac{dQ}{dT} \right)}{dv} \right\} = AT \cdot \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right)$$

$$\left\{ \frac{d \cdot \left( \frac{dQ}{dv} \right)}{dT} \right\} = AT \cdot \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) + A \cdot \left( \frac{dp}{dT} \right)$$

da cui

$$(V) \quad \left\{ \frac{d \cdot \left( \frac{dQ}{dv} \right)}{dT} \right\} - \left\{ \frac{d \cdot \left( \frac{dQ}{dT} \right)}{dv} \right\} = A \cdot \left( \frac{dp}{dT} \right)$$

ch'è la prima delle equazioni fondamentali del Clausius, di cui la seconda è quella che noi abbiamo posta sotto il numero (III).

41. La quantità

$$\left( \frac{dQ}{dT} \right)$$

rappresenta il rapporto fra la quantità totale di calorico che convien porre nell'unità di massa di una data sostanza per aumentare il suo calorico attuale della quantità  $dT$ , e l'aumento  $dT$  del calorico stesso quando il volume della sostanza rimanga costante. Se diciamo *capacità specifica a volume costante* un tale rapporto, e lo rappresentiamo con  $C_v$  sarà

$$(VI) \quad C_v = 1 + A \cdot \phi'(T) + A \cdot T \cdot \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) dv.$$

Diremo poi *capacità specifica a pressione costante* il rapporto fra la quantità totale di calorico che convien porre nell'unità di massa della data sostanza perchè il suo calorico attuale aumenti della quantità  $dT$ , e l'aumento  $dT$  del calorico stesso, quando ci lasci espandere la sostanza a tensione co-

stante, e sempre nella supposizione di contrapporvi una pressione esterna eguale alla tensione medesima. Se indichiamo questo rapporto con  $C_p$  sarà il rapporto fra le quantità  $dQ$  e  $dT$  che si ricaverà dall'equazione (IV) supponendo nella stessa costante la  $p$ .

Dovendo essere  $p$  costante, sarà

$$\left(\frac{dp}{dT}\right) dT + \left(\frac{dp}{dv}\right) dv = 0$$

donde

$$dv = - \frac{\left(\frac{dp}{dT}\right) \cdot dT}{\left(\frac{dp}{dv}\right)},$$

che sostituito nella (IV) darà

$$(VII) \quad C_p = 1 + A \phi'(T) + AT \int_0 \left(\frac{d^2 p}{dT^2}\right) dv - AT \cdot \frac{\left(\frac{dp}{dT}\right)^2}{\left(\frac{dp}{dv}\right)}$$

42. Sottraendo la (VI) dalla (VII) si avrà

$$(VIII) \quad C_p - C_v = A \cdot T \cdot \frac{\left(\frac{dp}{dT}\right)^2}{-\left(\frac{dp}{dv}\right)}$$

che racchiude la così detta legge delle capacità specifiche del calorico.

Da questa si ha pure

$$(IX) \quad \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{A}{C_v} \cdot \frac{T \left(\frac{dp}{dT}\right)^2}{-\left(\frac{dp}{dv}\right)}.$$

43. Se dividiamo la (IV) per  $T$  essa si può facilmente porre sotto l'aspetto seguente:

$$\frac{dQ}{T} = \frac{1 + A\phi'(T)}{T} \cdot dT + A \cdot d \cdot \left\{ \int_v \left( \frac{dp}{dT} \right) dv \right\}$$

e se poniamo

$$\frac{dQ}{T} = dF$$

sarà

$$(X) \quad dF = \frac{1 + A\phi'(T)}{T} \cdot dT + A \cdot d \cdot \left\{ \int_v \left( \frac{dp}{dT} \right) dv \right\}.$$

La funzione  $F$  così determinata è detta dal Rankine *funzione termo-dinamica*; essa, per quanto si è veduto al § 34, rappresenta la quantità di calorico che verrebbe assorbita dalla sostanza espandendosi sotto all'influenza della continua presenza di un calorico attuale eguale ad uno fra le due curve di nessuna trasmissione che passano pel punto di partenza e pel punto d'arrivo corrispondenti all'effettiva curva dell'energia seguita dalla sostanza nel suo espandersi e comprimersi. Questa medesima quantità è chiamata da Clausius *valore equivalente delle trasformazioni*.

Per la posta relazione, essendo per le linee di nessuna trasmissione  $dQ = 0$ , la

$$(XI) \quad dF = 0$$

rappresenta la proprietà generale delle linee di nessuna trasmissione, e la

$$F = \text{costante}$$

l'equazione di una di dette linee in particolare.

44. Esprimendo con

$$(XII) \quad \psi(p, v, T) = 0$$

la relazione particolare che per ogni sostanza operante, secondo la sua varia natura, lega la tensione, il volume e il calorico attuale della sostanza medesima, questa istessa equazione, in cui si supponga  $T$  costante, rappresenta anche le curve di egual calorico attuale spettanti alla data sostanza.



In quanto alle curve di nessuna trasmissione relative alla sostanza stessa, dovendosi per esse verificare la (XI), si avranno eliminando  $T$  fra le due

$$(XIII) \quad \begin{cases} \psi(p, v, T) = 0 \\ \frac{1 + A\phi'(T)}{T} dT + A \cdot d \cdot \left\{ \int_v \left( \frac{dp}{dT} \right) dv \right\} = 0. \end{cases}$$

Per avere poi le curve di egual trasmissione di una curva data, dall'equazione di questa curva e dalla (XII) relativa alla sostanza operante si caveranno le

$$p = \psi_1(T) \quad ; \quad v = \psi_2(T),$$

i quali valori sostituiti nella (IV) daranno per la curva data

$$dQ = A \cdot F'(T) \cdot dT;$$

e siccome, per definizione, nella curva cercata dev' essere il  $dQ$  eguale per ogni valore di  $dT$ , così la sua equazione si avrà eliminando  $T$  fra le due

$$(XIV) \quad \begin{cases} \psi(p, v, T) = 0 \\ \left\{ \left\{ 1 + A\phi'(T) + AT \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) dv - AF'(T) \right\} dT + AT \left( \frac{dp}{dT} \right) dv \right\} = 0. \end{cases}$$

45. L'equazione (IV) può anche porsi sotto l'aspetto

$$dQ - A p dv = \left\{ 1 + A\phi'(T) \right\} dT + A d \cdot \left\{ \int_v \left( T \left( \frac{dp}{dT} \right) - p \right) dv \right\}$$

in cui il primo membro rappresentando la quantità di calorico assorbita dalla sostanza operante diminuita della parte che si è convertita in lavoro esterno, rappresenta pure l'energia residua che resta nella sostanza stessa sotto la doppia forma di calorico attuale e di lavoro interno; se indichiamo quindi con  $d\cdot\Psi$  questa energia residua posta in serbo nella sostanza, sarà

$$(XV) \quad d\Psi = \left\{ 1 + A\phi'(T) \right\} dT + A \cdot d \cdot \left\{ \int_v \left( T \left( \frac{dp}{dT} \right) - p \right) dv \right\}.$$

46. Per introdurre nelle precedenti equazioni in luogo del calorico attuale la temperatura della sostanza operante, basterà osservare che il calorico attuale è per la stessa definizione della temperatura legato alla medesima così che ad ogni assegnato calorico attuale corrisponde di necessità una determinata temperatura stimata mediante un determinato termometro. Noi supporremo, per fissare nettamente le idee, di valutare questa temperatura in gradi centesimali di un perfetto termometro ad aria atmosferica, e diremo  $t$  la temperatura o il numero dei gradi segnati dal detto termometro quando ha lo stesso calorico attuale  $T$  della sostanza operante, locchè succederà allora che posto il termometro in perfetto contatto colla sostanza operante non vi ha più alcuna trasmissione di forza viva calefacente dall'uno all'altra, o inversamente.

Considerando dunque  $T$  come una funzione di  $t$ , avremo

$$\left(\frac{dp}{dt}\right) = \left(\frac{dp}{dT}\right) \left(\frac{dT}{dt}\right)$$

da cui

$$\left(\frac{dp}{dT}\right) = \frac{\left(\frac{dp}{dt}\right)}{\left(\frac{dT}{dt}\right)}$$

$$\left(\frac{d^2p}{dT^2}\right) = \frac{\left(\frac{d^2p}{dt^2}\right) \left(\frac{dT}{dt}\right) - \left(\frac{dp}{dt}\right) \left(\frac{d^2T}{dt^2}\right)}{\left(\frac{dT}{dt}\right)^2}.$$

Se ora facciamo

$$(XVI) \quad \frac{1}{T} \left(\frac{dT}{dt}\right) = \frac{1}{\mu}$$

$$(XVII) \quad \left\{ 1 + A\phi'(T) \right\} \left(\frac{dT}{dt}\right) = f'(t)$$

essendo  $\mu$  e  $f'(t)$  due funzioni della temperatura  $t$ , la (IV) facilmente si converte nella

$$(XVIII) \quad dQ = \left\{ f'(t) - A \int_v \left( \frac{dp}{dt} \right) dv \right\} dt - A.d. \left\{ \mu \int_v \left( \frac{dp}{dt} \right) dv \right\}$$

e le (V) e (III) nelle due

$$(XIX) \quad \left\{ \frac{d. \left( \frac{dQ}{dv} \right)}{dt} \right\} - \left\{ \frac{d. \left( \frac{dQ}{dt} \right)}{dv} \right\} = A. \left( \frac{dp}{dt} \right)$$

$$(XX) \quad \left( \frac{dQ}{dv} \right) = A. \mu. \left( \frac{dp}{dt} \right).$$

Finalmente, se esprimiamo con  $K_v$  il *calorico specifico a volume costante*, e con  $K_p$  il *calorico specifico a pressione costante*, dalle (VI) e (VIII) si avrà

$$(XXI) \quad K_v = f'(t) + A \int_v \left\{ \frac{d. \left\{ \mu \left( \frac{dp}{dt} \right) - p \right\}}{dt} \right\} dv$$

$$(XXII) \quad K_p - K_v = A \mu. \frac{\left( \frac{dp}{dt} \right)^2}{-\left( \frac{dp}{dv} \right)},$$

dalla penultima delle quali si ricava testo

$$(XXIII) \quad \left( \frac{d. K_v}{dv} \right) = A. \left\{ \frac{d. \left\{ \mu \left( \frac{dp}{dt} \right) - p \right\}}{dt} \right\}.$$

47. La funzione  $\frac{1}{\mu}$  è la così detta funzione di *Carnot*; e, secondo le idee di questo autore, rappresenterebbe il rapporto fra il lavoro dinamico ottenuto col far passare una determinata quantità di calorico attraverso ad una sostanza qualunque, ricevendolo a costante temperatura da un'opportuna sorgente mediante un'espansione, e rigettandolo in uno scaricatore

pare a costante temperatura col mezzo di una compressione, e la quantità di calorico ricevuto e trasmesso. Secondo la fatta posizione (XVI) per noi la detta quantità rappresenta il rapporto fra la quantità di cui varia il calorico attuale di una data sostanza di massa uno al variare la sua temperatura di una quantità infinitesima  $dt$ , e il calorico attuale della sostanza medesima. In altre parole se si rappresenta con una curva la relazione che esiste fra il calorico attuale di una data sostanza e il numero corrispondente dei gradi segnati da un determinato termometro presi questi sopra l'asse della  $x$ , la  $\mu$  sarà la sotto-tangente della curva medesima.

Pel teorema generale enunciato al §. 32, la  $\mu$  rappresenta anche il rapporto fra il calorico convertito in lavoro esterno e il calorico assorbito facendo espandere la sostanza fra le due linee di egual calorico attuale  $T$  e  $T + \left(\frac{dT}{dt}\right) dt$  e due linee qualunque di nessuna o di egual trasmissione.

#### CAPITOLO IV.

##### *Applicazione al caso delle sostanze eterogenee.*

48. In tutto quanto abbiamo discusso fin qui è implicitamente inchiuso che il calorico attuale della sostanza operante sia eguale in ognuna delle sue parti in cui può essere suddivisa, e quindi anche che la temperatura di ciascuna delle sue minime parti sia la medesima. Però la comunicazione dell'energia calorifica, o col comune linguaggio, del calorico, come la trasmissione di qualunque energia da un corpo ad un altro, esige tempo; e non è assolutamente vero che posta una parte della sostanza operante in comunicazione con una sorgente calorifica, ognuna delle sue parti acquisti tosto il calorico attuale corrispondente a quello che vi può essere sviluppato dalla sorgente. Per ciò, strettamente parlando, sarebbe necessario o che tutte le parti della sostanza fossero portate contemporaneamente in contatto della sorgente, o che la sostanza non cominciasse ad operare se non allora che il suo calorico attuale è ridotto eguale in ogni sua minima parte, oppure finalmente che la

sostanza operante venisse introdotta nell'organo ordinato a sviluppare il lavoro dopo che la medesima è stata già condotta a questa condizione in altro organo a ciò appositamente costruito. Siccome poi una tale condizione dovrebbe essere soddisfatta costantemente, così bisognerebbe che durante tutta la trasformazione ogni minima parte della sostanza operante si trovasse posta nelle identiche condizioni, acciocchè il calorico attuale fosse o in tutte costante o variasse in tutte egualmente. Questo stato di cose è ben lungi dal poter sempre essere realizzabile per qualunque sostanza; però sembra che assai prossimamente possa ammettersi pei gas e pei vapori, attesa la grandissima celerità con cui i detti corpi acquistano in ognuna delle loro parti la medesima temperatura: per esempio le ultime esperienze di Seguin l'anziano ( Vedi *Cosmos*, *Revue etc.* Vol. 13, fasc. 8 ) mostrarono che il vapore dell'acqua non impiega che un tempo appena percettibile a portarsi a temperature altissime, locchè certamente proviene dalla piccola quantità di calorico che questi corpi esigono per aumentare la loro temperatura. Però, per ammettere che nei gas e nei vapori la posta condizione sia costantemente realizzata, sarà necessario che essi sieno portati al contatto delle superficie riscaldanti o refrigeranti pel maggior numero possibile di punti, e che lavorino con sufficiente lentezza.

Quando la sostanza operante sia un liquido, purchè lavori assai lentamente, ancora forse quella condizione sarà soddisfatta; ma per le sostanze solide mi pare indubitato che l'esposta teoria dovrebbe ricevere essenzialissime modificazioni, le quali mettano nel conto i fenomeni della propagazione del calorico nelle medesime. Siccome noi non ci occuperemo di considerare queste sostanze, così ammetteremo sempre soddisfatta quella condizione, come lo esiga la data teoria, e se qui abbiamo mossa questa difficoltà egli è unicamente per accennare a tutti gli obbietti che possono essere mossi nella pratica applicazione della medesima, e per poter anche più francamente esporre l'ipotesi fondamentale sopra della quale basiamo l'applicazione della teoria precedentemente esposta alle sostanze eterogenee, sulle quali dobbiamo ora fermare la nostra attenzione.

49. Già al §. 15 abbiamo detto doversi considerare come

eterogenee quelle sostanze, le quali risultano dall'unione di vari ingredienti, ognuno dei quali occupa uno spazio di sensibile grandezza, e per ognuno dei quali varia il peso specifico, la capacità calorifica ec., come per esempio l'aggregato d'un liquido e del vapore del liquido stesso.

Supponiamo ora che in uno spazio impervio al calorico sia chiusa una di queste sostanze; se l'aggregato è in equilibrio egli è allora per sè stesso evidente che le tensioni de' suoi vari ingredienti dovranno essere eguali, altrimenti si espanderebbe l'uno e si costiperebbe l'altro fino a che le tensioni stesse si riducessero all'eguaglianza, nulla opponendosi a ciò: ed eguali pure dovranno essere i loro calorici attuali riportati all'unità di massa, perchè se questo non fosse per la proprietà che ha l'energia calorifica di trasmettersi da un corpo in cui il calorico attuale unitario è maggiore in quelle in cui è minore, avverrebbe una tale trasmissione, e col variare de' calorici attuali variando le tensioni de' due ingredienti l'equilibrio ne andrebbe rotto, lochè è contro il supposto. Non altrimenti nelle sostanze omogenee in equilibrio è eguale la tensione e il calorico attuale in ognuna delle loro parti in cui possono essere suddivise. Siccome poi a eguale calorico attuale unitario corrisponde eguale temperatura, così « in un aggregato eterogeneo qualunque in equilibrio le tensioni e i calorici attuali, o le temperature dei vari ingredienti saranno eguali fra loro ».

Ma se questo stato d'equilibrio venga ad essere rotto, nulla osta che le tensioni e i calorici attuali dei vari ingredienti possano essere differenti; però tornando a ristabilirsi l'equilibrio sotto nuove condizioni quelle quantità saranno differenti dalle prime bensì, ma torneranno a farsi eguali fra loro.

Ora si ammette che quando una di queste sostanze che diciamo eterogenee si faccia servire per la conversione dell'energia calorifica, essa lavori sempre in tal condizione che ad ogni minimo istante le tensioni e i calorici attuali de' suoi vari ingredienti sieno tutti eguali fra loro, precisamente come se la sostanza stessa fosse nello stato d'equilibrio. È in fondo l'ipotesi stessa che si fa per le sostanze omogenee considerate come aggregato di varie parti, nè vi ha altra differenza se non quella che in queste ultime essa sarà più facilmente realizza-

bile; però quando la sostanza eterogenea sia un liquido o vapore del liquido stesso, e che lavori con sufficiente lentezza, l'ipotesi si può ritenere così prossimamente vera da togliere il dubbio di errori troppo forti, almeno in paragone alle pratiche difficoltà di accertare gli altri elementi della teoria.

50. Ciò premesso, e ritenuto che l'effetto totale debba eguagliare la somma degli effetti parziali, ci sarà assai facile il dimostrare che l'equazione generale che abbiamo data sotto il numero IV è applicabile anche alle sostanze eterogenee; e che quindi sussisteranno anche per queste tutte le conseguenze che abbiamo sopra dedotte dalla detta equazione, ed i teoremi generali sui quali la stessa si appoggia.

Suppongasì infatti di avere un composto di varii ingredienti; sia uno la massa totale del composto, e sieno  $m_1, m_2, m_3$  ec. le masse dei singoli ingredienti, cosicchè sia

$$m_1 + m_2 + m_3 + \text{ec.} = \Sigma m = 1.$$

Sia V il volume dell'unità di massa del composto, e  $v_1, v_2, v_3$  ec. sieno i volumi dell'unità di massa dei varii ingredienti, per cui sarà

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3 + \text{ec.} = \Sigma m \cdot v = V$$

e

$$d \cdot m_1 v_1 + d \cdot m_2 v_2 + \text{ec.} = \Sigma d \cdot m v = d \cdot V.$$

Sia T il calorico attuale di ogni ingrediente, e  $p$  la tensione di ciascuno, per cui T e  $p$  saranno anche il calorico attuale e la tensione del composto.

Si supponga comunicata al composto una quantità totale di calorico Q, la quale riesca spartita nei varii ingredienti così che l'unità di massa di ciascuno riceva rispettivamente la quantità di calorico  $q_1, q_2, q_3$  ec. sarà

$$m_1 q_1 + m_2 q_2 + m_3 q_3 + \text{ec.} = \Sigma m q = Q,$$

$$d \cdot m_1 q_1 + d \cdot m_2 q_2 + \text{ec.} = \Sigma d \cdot m q = dQ,$$

ricordando che nell'equazione (IV) tutte le quantità si riporta-

no all'unità di massa, se immaginiamo che ai vari ingredienti del nostro corpo sieno rispettivamente comunicate le quantità totali di calorico  $d.m_1 q_1$ ,  $d.m_2 q_2$ , ec., ricordando che per ognuno sono i medesimi  $T$  e  $p$ , avremo

$$\frac{d.m_1 q_1}{m_1} = \left\{ 1 + A \phi'(T) + AT \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) \frac{d.m_1 v_1}{m_1} \right\} dT + AT \cdot \left( \frac{dp}{dT} \right) \frac{d.m_1 v_1}{m_1},$$

$$\frac{d.m_2 q_2}{m_2} = \left\{ 1 + A \phi'(T) + AT \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) \frac{d.m_2 v_2}{m_2} \right\} dT + AT \cdot \left( \frac{dp}{dT} \right) \frac{d.m_2 v_2}{m_2}$$

ec.

Da queste si avrà

$$d.m_1 q_1 = \left\{ m_1 \left\{ 1 + A \phi'(T) \right\} + AT \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) d.m_1 v_1 \right\} dT + AT \left( \frac{dp}{dT} \right) d.m_1 v_1,$$

$$d.m_2 q_2 = \left\{ m_2 \left\{ 1 + A \phi'(T) \right\} + AT \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) d.m_2 v_2 \right\} dT + AT \left( \frac{dp}{dT} \right) d.m_2 v_2,$$

ec.

le quali sommate danno

$$d.m q = \left\{ \left\{ 1 + A \phi'(T) \right\} \Sigma m + AT \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) \Sigma .d.m v \right\} dT + AT \left( \frac{dp}{dT} \right) \Sigma .d.m v$$

ossia

$$Q = \left\{ 1 + A \phi'(T) + AT \int_v \left( \frac{d^2 p}{dT^2} \right) dV \right\} dT + AT \left( \frac{dp}{dT} \right) dV = 0,$$

la quale ultima altro non è che l'equazione (IV), come appunto si era proposto.



## CAPITOLO V.

*Dei gas perfetti e dei vapori.*

## (A) Dei gas perfetti.

51. Diremo gas perfetto quella sostanza per cui si verificano le relazioni

$$(1) \quad p \cdot v = N \cdot T \quad ; \quad C_v = 1$$

essendo  $N$  una costante.

In tal caso l'equazione (VI) darà  $\phi'(T) = 0$ , e la (X) si convertirà nell'altra

$$(2) \quad dF = \frac{dT}{T} + AN \cdot \frac{dv}{v},$$

la quale integrata dà

$$(3) \quad F = \log. C \cdot T \cdot v^{N \cdot A},$$

essendo  $C$  una nuova costante arbitraria.

L'equazione dunque delle linee di nessuna trasmissione sarà

$$(4) \quad T \cdot v^{N \cdot A} = \text{costante}$$

ossia, ponendo per  $T$  il suo valore ricavato dalla (1),

$$(5) \quad p \cdot v^{1 + NA} = \text{costante}.$$

Dalla (VIII) poi si ricaverà

$$(6) \quad C_p = 1 + N \cdot A,$$

quindi costante anche la capacità specifica a costante pressione, e

$$C_p - C_v = N \cdot A.$$

Finalmente dalla (IV) combinata colla (1) si avrà

$$(7) \quad dQ = dT + N A T \cdot \frac{dv}{v}$$

ossia

$$(8) \quad dQ = dT + A p \cdot dv$$

e

$$(9) \quad N \cdot dQ = \left\{ 1 + A \cdot N \right\} p dv + v \cdot dp.$$

Data la curva dell'energia segnata dal gas nel suo espandersi si porrà nella precedente il valore di  $p$  in funzione di  $v$  ricavato dalla curva stessa, e si avrà, integrando fra i limiti dati del volume, la quantità di calorico assorbito dal gas: se invece sieno date le quantità di calorico che sono successivamente comunicate alla sostanza a mano a mano che varia il suo volume, cioè  $Q$  in funzione di  $v$ , la (9) darà la corrispondente curva dell'energia. Finalmente data quest'ultima curva, e detto  $W$  il lavoro esterno sviluppato dal gas nel suo espandersi dal volume  $v_0$  al volume  $v_1$  sarà

$$(10) \quad W = \int_{v_0}^{v_1} p dv,$$

e

$$(11) \quad Q = \frac{1 + N \cdot A}{N} \int_{v_0}^{v_1} p dv + \frac{1}{N} \int_{v_0}^{v_1} v \cdot dp.$$

52. Per ciò che spetta alle curve di egual trasmissione considereremo prima i due casi in cui la curva data sia una retta perpendicolare e una retta parallela all'asse delle  $x$ , cioè i due casi in cui il gas passi da un calorico attuale ad un altro o a costante volume, o a costante pressione.

*Primo caso.* Curva data

$$v = a = \text{costante};$$

per questa curva essendo  $dv = 0$  sarà  $dQ = dT$ , e quindi, se-

guendo i precetti sviluppati al § 44, avremo per le curve di egual trasmissione della proposta

$$A p d v = 0,$$

e siccome  $A$  e  $p$  non sono zero, così sarà

$$d v = 0,$$

quindi

$$v = \text{costante},$$

cioè « per i gas perfetti tutte le rette perpendicolari all'asse delle  $x$  sono linee di egual trasmissione ». In altre parole: « se un gas perfetto sia mantenuto a costante volume per passare da un dato calorico attuale ad un altro calorico attuale pur dato, assorbe sempre la stessa quantità di calorico ». Questa proprietà è una conseguenza della posizione  $C_v = 1$ , e la esprime in linguaggio ordinario.

*Secondo caso. Curva data*

$$p = a = \text{costante},$$

per la (I) avremo

$$v = \frac{N}{a} \cdot T$$

e quindi, secondo gli accennati precetti, per le curve di egual trasmissione della preposta dovrà essere:

$$p \cdot d v = d \cdot p v,$$

la quale divisa per  $p v$  e integrata dà

$$\log. C \cdot v = \log. p \cdot v,$$

ossia

$$p = C = \text{costante},$$

cioè « tutte le rette parallele all'asse delle  $x$  sono per i gas perfetti linee di egual trasmissione ». In altre parole: « se un gas

perfetto passa da un dato calorico attuale ad un altro calorico attuale pur dato conservando costante la sua tensione assorbe sempre la stessa quantità di calorico ». Questa pure è una conseguenza della  $C_p = 1 + N.A$  e la esprime in linguaggio ordinario.

Questo secondo caso corrisponde al rigeneratore di *Ericsson*.

53. Proponiamoci per secondo esempio di trovare le curve di egual trasmissione di quella rappresentata dall'equazione

$$p = a.v + 2b$$

essendo  $a$  e  $b$  due costanti arbitrarie.

Combinando l'equazione data colla (I), si avrà

$$p = b + \sqrt{b^2 + a.N.T} \quad ; \quad e \quad v = \frac{1}{a} \sqrt{b^2 + a.N.T} - \frac{b}{a}$$

e quindi per la curva data sarà

$$dQ = \left\{ 1 + \frac{A.N}{2} + \frac{AN}{2} \cdot \frac{b}{\sqrt{b^2 + a.N.T}} \right\} dT,$$

e quindi le curve di egual trasmissione della proposta saranno date (§ 44) dalla

$$\frac{b.d.pv}{\sqrt{b^2 + a.pv}} + d.pv = 2p.dv.$$

Dividendo tutto per  $pv$ , si avrà

$$\frac{b.d.pv}{pv.\sqrt{b^2 + a.pv}} + \frac{d.pv}{pv} = 2.\frac{dv}{v};$$

la quale integrata, e detta  $C$  la costante arbitraria darà

$$\frac{\sqrt{b^2 + a.pv} - b}{\sqrt{b^2 + a.pv} + b} = C.\frac{v}{p},$$

ossia

$$\left\{ \sqrt{b^2 + a.pv} - b \right\}^2 = a.C.v^2,$$

e finalmente

$$p = C \cdot v + 2b \cdot \sqrt{\frac{c}{a}},$$

la quale coincide colla proposta pel valore di  $C = a$ , e rappresenta un sistema di rette.

Due rette di egual trasmissione s'incontrano in un punto di coordinate

$$v = -\frac{2b}{a + \sqrt{aC}}; \quad p = \frac{2b \cdot \sqrt{aC}}{a + \sqrt{aC}},$$

il quale giace sempre fuori dell'angolo  $xoy$ , e precisamente sempre nel secondo o nel quarto quadrante.

54. Se la massa uno di un gas perfetto si espanda secondo una linea di egual calorico attuale  $T_1$ , dal volume originario  $v_1$  al volume finale  $v_2$  la quantità di calorico assorbita sarà

$$(Q_T)_{v_1}^{v_2} = N \cdot A \cdot T_1 \cdot \log. \frac{v_2}{v_1},$$

od anche

$$(Q_T)_{v_1}^{v_2} = A p_1 v_1 \cdot \log. \frac{p_1}{p_2}.$$

Se poi venga posto in comunicazione con uno scaricatore, e mantenendo costante il suo volume  $v_2$  si riduca al calorico attuale  $T_2$ , e sia poi compresso a calorico attuale costante fino a riprendere il suo volume originario  $v_1$ , la quantità di calorico scaricata durante la compressione sarà

$$(Q_T)_{v_1}^{v_2} = N \cdot A \cdot T_2 \cdot \log. \frac{v_2}{v_1},$$

od anche

$$(Q_T)_{v_1}^{v_2} = A p_2 v_2 \cdot \log. \frac{p_2}{p_1}.$$

Se finalmente, mantenendo costante il suo volume  $v_1$ , si ponga in comunicazione con una sorgente calorifica fino a che

riprenda il calorico attuale  $T_1$ , e quindi anche l'originaria tensione  $p_1$  nel processo completo così seguito si avrà:

$$\text{Calorico convertito in lavoro esterno} = N.A \left\{ T_1 - T_2 \right\} \log. \frac{v_2}{v_1},$$

$$\text{od anche} = A \left\{ p_1 v_1 - p_2 v_2 \right\} \log. \frac{p_1}{p_2}.$$

$$\text{Lavoro esterno sviluppato} . . . = N \left\{ T_1 - T_2 \right\} \log. \frac{v_2}{v_1},$$

$$\text{od anche} = \left\{ p_1 v_1 - p_2 v_2 \right\} \log. \frac{p_1}{p_2}.$$

$$\text{Calor. assorbito durante l'espansione} = N.A.T_1 \cdot \log. \frac{v_2}{v_1},$$

$$\text{od anche} = A p_1 v_1 \cdot \log. \frac{p_1}{p_2}.$$

$$\text{Calorico assorbito per passare da } T_2 \text{ a } T_1 = T_1 - T_2.$$

$$\text{Calor. scaricato durante la compres.} = N.A.T_2 \cdot \log. \frac{v_2}{v_1},$$

$$\text{od anche} = A p_2 v_2 \cdot \log. \frac{p_1}{p_2}.$$

$$\text{Calorico scaricato nel passaggio da } T_1 \text{ a } T_2 = T_1 - T_2.$$

Se il gas dopo tolto dalla comunicazione colla sorgente e collo scaricatore si lasci espandere e si comprima secondo linee di nessuna trasmissione, allora non assorbirà dalla sorgente che la quantità di calorico che corrisponde alla espansione, e non scaricherà nello scaricatore se non quella che compete alla compressione; le quali quantità, per le proprietà delle linee di eguale e di nessuna trasmissione, sono eguali a quelle calcolate superiormente. In quest'ultimo caso poi si avrebbe

$$\text{volume originario} . . . . . = v_1,$$

$$\text{volume al termine della espansione a calorico}$$

$$\text{attuale costante ed eguale a } T_1 . . . . = v_2,$$

$$\text{volume al termine della espansione a zero tra-}$$

$$\text{missione per acquistare il calor. attuale } T_2 = v_2 \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{NA}},$$

55. Quando il passaggio da un calorico attuale ad un altro si faccia secondo linee di egual trasmissione allora, siccome il calorico restituito nella compressione è successivamente eguale a quello assorbito nella espansione, così si potrà fare che il calorico scaricato durante lo sbassamento del calorico attuale venga comunicato ad una sostanza conduttrice, la quale lo tenga in serbo e lo restituisca successivamente alla sostanza operante quando il calorico attuale di questa debba essere aumentato. Quell'apparecchio che serve a quest'uopo dicesi *rigeneratore*: allora la sorgente calorifica e lo scaricatore propriamente detti non emettono e non ricevono che le quantità di calorico che emetterebbero e che riceverebbero se si operasse il passaggio da un calorico attuale ad un altro secondo linee di nessuna trasmissione.

Un rigeneratore, anche perfettissimo, non diminuisce dunque il dispendio di calorico necessario a convertire in lavoro esterno una determinata quantità di calorico; solo permette di raggiungere questo effetto con condizioni, in molti casi, di maggiore comodità pratica.

56. Nessuno dei gas noti gode assolutamente delle proprietà che abbiamo detto caratterizzare i gas perfetti; però alcuni, fra i quali l'aria atmosferica, deviano pochissimo da quelle leggi, ed ai medesimi si possono con sufficiente approssimazione applicare le equazioni superiori, essendo assai piccole e generalmente trascurabili le differenze, specialmente quando si tengano in debito conto le difficoltà di accertare praticamente i valori numerici dei varii elementi che entrano nel calcolo, e di soddisfare esattamente a tutte le condizioni pratiche del problema.

57. A porgere un'idea concreta di quanto abbiain detto in questi ultimi numeri non sarà del tutto inutile il seguente esempio numerico.

Secondo le esperienze di Dulong nell'aria atmosferica il rapporto delle capacità calorifiche a pressione costante e a volume costante è 1,421, e avendo noi chiamato 1 la capacità a volume costante, sarà per la (6)

$$N.A = 0,421 .$$

Supponiamo di usare di un chilogramma d'aria, di espanderlo al calorico attuale costante  $T_1 = 473$  calorie, e di comprimerlo a calorico attuale costante  $T_2 = 313$  calorie, locchè, come vedremo al § 73, corrisponde a circa 200 e 40 gradi centigradi del termometro ad aria; sia  $v_1 = 5 \cdot v_2$ , prendendo  $A = 424$  § 80, avremo

Calorico convertito in lavoro esterno	=	108,41	calorie.
Lavoro esterno sviluppato. . . . .	=	459,65	chilogrammet.
Calorico assorbito durante l'espansione			
a calorico costante . . . . .	=	320,48	calorie.
Calorico scaricato nella compressione			
a calorico attuale costante. . .	=	212,07	calorie.
Calorico assorbito e scaricato per passare da un calorico attuale all'altro			
a costante volume . . . . .	=	160	calorie.
Volume al termine della espansione a zero trasmissione per acquistare il calorico $T_2$ . . . . .	=	13.320	$\cdot v_1$ .
Volume al termine della compressione a calorico attuale costante $T_2$ . .	=	2,664	$\cdot v_1$ .
Rapporto fra il calorico convertito in lavoro esterno, e il calorico assorbito . . . . .	=	0,338	.

Se non si fosse usata l'espansione per passare da un calorico attuale ad un altro, nè si fosse usato un rigeneratore, che noi qui supponemmo perfetto, allora il calorico assorbito dalla sorgente sarebbe stato di 480,48 calorie, delle quali se ne sarebbero scaricate 372,07, e allora il rapporto fra il calorico convertito in lavoro esterno e il calorico assorbito dalla sorgente sarebbe stato solamente 0,226, cioè da circa un terzo, si sarebbe sbassato a poco più di un quarto.

#### (B) Dei vapori.

58. Quando i vapori dei liquidi non sono al loro massimo di tensione, allora essi seguono assai prossimamente le leggi



stesse dei gas permanenti, e quindi possono aversi in conto di gas ai quali con approssimazione maggiore o minore è applicabile quanto si è detto nei precedenti paragrafi. Ciò non ha luogo quando sieno al loro massimo, e noi ci proponiamo ora di applicare l'esposta teoria al caso speciale dei vapori al loro massimo, restringendo per semplicità il discorso al vapore dell'acqua, locchè è applicabile a tutti gli altri.

Abbiasi un chilogramma d'acqua e vapore d'acqua al suo massimo chiuso in uno spazio  $v$ ; di questo la parte  $m$  sia in istato di vapore, e quindi la parte  $1 - m$  in istato di liquido; sia  $T$  il calorico attuale dell'acqua e del vapore, e  $p$  la forza elastica così dell'una come dell'altro. Rappresentiamo con  $s$  il volume di un chilogramma di vapore al suo massimo quando il suo calorico attuale è  $T$ , e con  $\sigma$  il volume di un chilogramma d'acqua pure al calorico attuale  $T$ ; nel caso preso a considerare sarà dunque

$$(a) \quad v = (1 - m) \sigma + m \cdot s,$$

da cui

$$(b) \quad m = \frac{v - \sigma}{s - \sigma},$$

e

$$(c) \quad \left(\frac{dm}{dT}\right) = \frac{(v - s) \frac{d\sigma}{dT} - (v - \sigma) \frac{ds}{dT}}{(s - \sigma)^2}; \quad \left(\frac{dm}{dv}\right) = \frac{1}{s - \sigma}$$

$s$  e  $\sigma$  essendo unicamente funzioni di  $T$ .

Ora supponiamo che rimanendo costante  $T$ , il volume totale aumenti di  $dv$  mediante la comunicazione a tutta la sostanza operante della quantità di calorico

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right) dv;$$

per ciò si convertirà in vapore tanta acqua quanta è necessa-

ria per riempire di vapore lo spazio  $dv$ , ossia perchè la parte in istato di vapore aumenti della quantità

$$\left(\frac{dm}{dv}\right) dv.$$

Per ciò se diciamo  $r$  la quantità di calorico che si richiede per convertire in vapore un chilogramma di acqua al calorico attuale  $T$ , ossia, col linguaggio più comune, la quantità di calorico reso latente pel passaggio in vapore di un chilogramma d'acqua al calorico attuale  $T$  e sotto alla corrispondente pressione, sarà

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right) dv = r \left(\frac{dm}{dv}\right) dv,$$

ossia per le (c)

$$(d) \quad \left(\frac{dQ}{dv}\right) = \frac{r}{s - \sigma}.$$

Paragonata questa colla formula generale (III) del §. 38 si ha

$$(A) \quad r = A (s - \sigma) T \cdot \left(\frac{dp}{dT}\right),$$

oppure per la (XX) §. 46,

$$(B) \quad r = A (s - \sigma) \mu \cdot \left(\frac{dp}{dt}\right).$$

59. Si supponga in secondo luogo che il volume resti costante, ma che il calorico attuale dell'aggregato aumenti della quantità  $dT$  assorbendo per ciò dalla sorgente la quantità di calorico

$$\left(\frac{dQ}{dT}\right) dT,$$

e si ammetta che il vapore continui a restare nel suo stato di massimo, come ha sempre luogo quando il vapore è in contatto col liquido generatore. Allora la massa  $1 - \mu$  dell'acqua

prova un aumento di calorico attuale  $dT$ , e se quindi indichiamo con  $c$  la quantità di calorico che conviene impartire ad un chilogramma d'acqua al calorico attuale  $T$  per aumentare il suo calorico attuale di un' unità, per questa parte la quantità di calorico assorbita sarà:

$$C \cdot (1 - m) \cdot dT.$$

In secondo luogo per l'aumento del calorico attuale si evapora una parte di liquido espressa da

$$\left(\frac{dm}{dT}\right) dT,$$

e per ciò si richiede la quantità di calorico

$$r \left(\frac{dm}{dT}\right) dT,$$

ossia per le (c)

$$r \left\{ \frac{(v - s) \frac{d\sigma}{dT} - (v - \sigma) \frac{ds}{dT}}{(s - \sigma)^2} \right\} dT.$$

Finalmente, quando il vapore al suo massimo si riscalda, esso non si conserva più al massimo, ma perchè ritorni in quello stato sotto all'influenza del suo nuovo calorico attuale è mestieri comprimerlo di una certa quantità. Durante il riscaldamento si sarà comunicata al vapore una certa quantità di calorico, e durante la compressione una parte almeno del detto calorico si sarà scaricata. Diremo  $h$  l'eccesso della quantità di calorico speso sopra quello che viene restituito per innalzare di una unità il calorico attuale di un chilogramma di vapore al calorico attuale  $T$  conservandolo mediante un' opportuna compressione allo stato di massimo. Nel caso nostro la compressione è fatta dal liquido che alcun poco si dilata, e dalla parte di liquido che viene convertita in vapore, e ciò a spese del calorico impartito a queste parti, nella cui stima en-

Se quindi diciamo  $Q_1$  la quantità di calorico assorbito, sarà

$$(P) \quad Q_1 = r_1 + \int_{T_1}^{T_2} c dT,$$

e se si suppone  $c$  costante

$$(P)' \quad Q_1 = r_1 + c \{ T_2 - T_1 \}.$$

Detto finalmente  $E$  l'effetto utile sarà

$$(R) \quad E = \frac{A \cdot W}{Q_1}.$$

Sia per es.  $T_1 = 313$  calorie;  $T_2 = 473$  id., che corrispondono a  $40^\circ$  e  $200^\circ$  circa del termometro centigrado. (§ 73) essendo

$$r_1 = 464,3 \text{ (§ 78)},$$

e prendendo

$$\frac{1}{A} = 424 \text{ (§ 80)},$$

usando per semplicità delle formule (M)' e (P)' sarà

$$W = 79692 \text{ chilogrammetri,}$$

$$Q = 187,82 \text{ calorie,}$$

$$Q_1 = 624,30 \text{ calorie,}$$

$$E = 0,3,$$

cioè qualche cosa meno di un terzo.

65. Se nel cilindro considerato precedentemente si suppone chiuso un chilogramma di liquido e di vapore del liquido di cui la parte  $m_1$  sia in istato di vapore al calorico attuale  $T_2$ , e postolo in presenza d'una sorgente calorifica, si lasci espandere a calorico attuale costante fino a che la parte in istato di vapore diventi  $m_2$ ; poi tollolo all'influenza della sorgente si lasci espandere di nuovo senza ricevere, nè scaricare calorico fino a che il suo calorico attuale diventa  $T_1$ ; quindi, postolo in co-

municazione con uno scaricatore, si comprima a calorico attuale costante  $T$ , fino a che ha acquistato tal volume per cui tolto all'influenza dello scaricatore, e continuata la compressione senza alcuna trasmissione di calorico arrivi al volume e al calorico attuale originario  $T_1$ ; in base ai precetti precedentemente esposti si troverà

$$\text{calorico assorbito.} \quad . \quad . \quad . \quad = r_1 (m_2 - m_1),$$

$$\text{lavoro esterno sviluppato} \quad . \quad = \frac{1}{A} r_1 (m_2 - m_1) \frac{T_2 - T_1}{T_1},$$

$$\text{effetto utile} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad = \frac{T_2 - T_1}{T_1}.$$

Coi dati del paragrafo precedente, seguendo quest'ultimo processo, si avrebbe

$$\text{calorico assorbito} \quad . \quad . \quad . \quad = 464,3 \text{ calorie,}$$

$$\text{lavoro esterno sviluppato.} \quad = 66502 \text{ chilogrammetri,}$$

$$\text{effetto utile.} \quad . \quad . \quad . \quad = 0,338.$$

## CAPITOLO VI.

*Della stima numerica del calorico attuale  $T$ , della funzione  $\mu$   
e dell'equivalente calorifero  $\frac{1}{A}$ .*

(A) Stima di  $T$  e  $\mu$ .

66. Al § 7 abbiamo definito il *calorico attuale* di un corpo qualunque come la quantità di forza viva calefacente ch'è imprigionata sotto questa sua forma originaria nell'unità di massa del corpo stesso, ed abbiamo veduto la sua presenza esserci dimostrata da quel particolare fenomeno cui si dà comunemente il nome di temperatura: quindi al § 47 abbiamo introdotto nelle formule l'elemento della temperatura, supponendo questa misurata da un ordinario termometro, ed abbiamo indica-

to con  $\mu$  una particolare funzione di questa temperatura, che si lega al calorico attuale mediante l'equazione

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{T} \left( \frac{dT}{dt} \right).$$

Per noi dunque, e così comunemente, la parola temperatura rappresenta una quantità, un numero e propriamente il numero dei gradi che segna il termometro prescelto quando, posto in perfetto contatto col corpo che si considera, non vi ha più comunicazione di forza viva calefacente dall'uno all'altro, ossia, come si dice, quando è in perfetto equilibrio di temperatura col corpo stesso, che per noi corrisponde all'eguaglianza dei due calorici attuali. Tanto  $T$  quanto  $\mu$  si considerano dunque come funzioni di questo numero  $t$ , e si tratta ora di vedere in qual modo le dette funzioni si legano a questo numero, ossia alle indicazioni che ci sono date dai nostri ordinarii termometri, così da poter avere il valore numerico delle funzioni stesse per ognuna delle indicazioni, per ognuno dei gradi, di un termometro determinato.

67. Propriamente la temperatura altro non è che la tendenza che ha l'energia calorifica di passare da un corpo più caldo in uno più freddo, od anche lo sforzo ch'essa fa per convertirsi in lavoro o in forza viva ordinaria; essa in fondo altro non è che la manifestazione esterna del calorico attuale, e per natural conseguenza lo stesso calorico attuale si potrebbe denominare temperatura; e se noi abbiamo preferito quella denominazione, questo fu unicamente per non confonderlo con ciò che più comunemente s'intende sotto una tale parola. Questa tendenza ci è resa manifesta da alcuni fenomeni esterni, e se noi potessimo trovare un fenomeno esterno, misurabile in numeri, tale che il numero che lo rappresenta per eguali aumenti di calorico attuale aumentasse di eguali quantità, un tale fenomeno dovrebbe essere scelto a misurare il calorico attuale, ed esso misurerebbe pure la temperatura del corpo almeno nel senso netto e preciso in cui dev'essere presa questa denominazione.

Ora fra i fenomeni che si presentano al variare del calo-

rico attuale di un corpo due possono facilmente misurarsi ed esprimersi in numeri; questi sono l'aumentata tensione o forza elastica del corpo quando non gli sia permesso di mutar di volume e l'altro l'aumento di volume quando, contrapponendovi un'esterna pressione costante, rimane invariata la sua tensione. Egli è poi del secondo dei detti fenomeni che comunemente ci valghiamo nella costruzione degli ordinarii termometri, nei quali per grado di temperatura s'intende una determinata parte aliquota dell'aumento totale di volume che prova la sostanza termometrica dall'essere in perfetto equilibrio di calorico attuale col ghiaccio che si fonde, all'essere di nuovo in perfetto equilibrio di calorico attuale coi vapori che si svolgono dall'acqua bollente sotto alla normale pressione atmosferica, e sempre supponendo che sul corpo stesso si eserciti quest'ultima pressione.

Egli è evidente che, così operando, quello che diciamo temperatura, e che abbiamo espresso colla lettera  $t$ , non ha più col calorico attuale che una relazione di dipendenza crescendo o calando col medesimo, ma non più la relazione di proporzionalità; a meno che le esperienze non dimostrassero questo aver luogo almeno per una sostanza particolare, nel qual caso questa sostanza dovrebb'essere scelta a campione cui riportare la misura di questo importantissimo elemento termico.

68. L'esperienza dimostra che per ogni sostanza, in ogni suo stato, vi ha sempre una determinata relazione, più o meno complicata, più o meno nota, fra la sua tensione o forza elastica, il suo volume e il numero dei gradi rappresentante la sua temperatura, cioè fra  $p$ ,  $v$  e  $t$ ; relazione che per le sostanze gazzose è abbastanza bene espressa dalle due leggi combinate di Mariotte e di Gay-Lussac. Ora se si avesse una sostanza la quale ubbidisse esattamente a quest'ultime leggi, e nella quale fosse di più assolutamente nullo il lavoro interno, e che perciò espandendosi a calorico attuale, o a temperatura costante assorbisse solamente tanto calorico quanto se ne converte nel lavoro esterno, in questa sostanza gli aumenti di volume sarebbero esattamente proporzionali agli aumenti di calorico attuale, e si avrebbe in essa il desiderato campione.

Infatti, detto  $\alpha$  il valore inverso del coefficiente di dilatazione della sostanza, per la legge di Mariotte e Gay-Lussac si avrebbe

$$p \cdot v = \frac{p_0 v_0}{a} (a + t),$$

e d'altra parte, essendo il lavoro esterno sviluppato per una espansione  $dv$  ed una tensione  $p$  eguale a  $p \cdot dv$  si avrebbe per ipotesi

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right) dv = A p \cdot dv,$$

donde

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right) = A \cdot p.$$

Ma è anche (XX)

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right) = A \cdot \mu \cdot \left(\frac{dp}{dt}\right),$$

dunque

$$\mu = \frac{p}{\left(\frac{dp}{dt}\right)},$$

cioè, per la precedente

$$\mu = a + t,$$

donde per la (XVI), essendo  $K$  una costante,

$$T = K (a + t),$$

e quindi

$$\Delta T = K \cdot \Delta t$$

come si è accennato.

Il valore di  $K$  dipende dall'unità di calorico scelta. Per noi l'unità di calorico essendo la caloria, ammettendo misurato  $t$  in gradi centigradi, se supporremo che  $t$  invece di rappresentare gradi, rappresenti calorie, sarà  $K = 1$ , e allora la quantità

$$a + t,$$

se rappresenta il calorico attuale è un numero di calorie, se invece rappresenta la funzione  $\mu$ , allora è un numero astratto.

69. Importantissimi esperimenti di Joule e Thomson, sui



quali avremo or ora occasione d'intrattenerci, mostrarono che comprimendo varii gas di una determinata quantità il calorico sviluppato dalla compressione è più grande del calorico corrispondente al lavoro speso nella compressione, ma non in tutti egualmente: per esempio comprimendo da 1 a 4,7 atmosfere circa e a 10° centigradi dell'idrogeno, dell'aria atmosferica e del gas acido carbonico, il calorico svolto dalla compressione eccede il calorico corrispondente al lavoro speso nella compressione stessa di  $\frac{1}{330}$  nel primo, di  $\frac{1}{171}$  nel secondo, e di  $\frac{1}{27}$  soltanto nel terzo della quantità corrispondente di calorico. Questo fatto mostra indubbiamente l'esistenza di un lavoro interno anche nei gas, e mostra contemporaneamente che l'interno lavoro non è eguale per tutti; che, per esempio, è maggiore nel gas acido carbonico che nell'aria, e in questa maggiore che nell'idrogeno. Sebbene la divergenza sia piccolissima nell'idrogeno, ed anche abbastanza piccola nell'aria atmosferica, in cui le dirette esperienze mostrarono che alla pressione atmosferica e intorno a 16° cent. circa di temperatura per una compressione che riduca la tensione al doppio il calorico sviluppato eccede quello equivalente al lavoro speso solo di un trecentesimo circa: pure una tale divergenza avendo luogo, e di più avendo le accuratissime esperienze di Regnault mostrato che la legge di Mariotte e di Gaylussach non è che approssimata e nulla più, nessuna delle dette sostanze potrebbe teoricamente essere impiegata alla valutazione del calorico attuale, come si vorrebbe nel precedente paragrafo; e tanto meno il potrebbero le altre sostanze conosciute nelle quali il lavoro interno è ancora più grande, e per le quali non si verifica, nemmeno approssimativamente, la legge suesposta.

Non volendo però mutare il sistema di termometria finora usato, egli è mestieri cercar di rendere le differenze le minori possibili, locchè si otterrà usando di un perfettissimo termometro, ad aria atmosferica, e calcolare i valori delle dette funzioni per ogni grado di queste termometro, o almeno calcolarne un valor medio il quale possa essere usato nelle varie applicazioni senza tema di error troppo grande. Unico ragionevol ripiego a cui possiamo appigliarsi quando si rifletta che noi vogliamo campionare le dette quantità con un campione imperfetto.

Se i gradi di temperatura fossero quelli corrispondenti ad un altro termometro qualunque, allora bisognerà prima ricondurli a quelli che vi corrisponderebbero nel termometro ad aria, cioè dopo le esperienze già note sarà sempre assai facile.

70. Fra le varie esperienze le quali possono servire a determinare il valore numerico delle dette funzioni, ed il loro valor medio, pare a me che meritino la preferenza quelle eseguite dai signori Joule e Thomson intorno agli effetti termici dei fluidi in moto ( *On the Thermal effects of fluids in Motion* ) che si trovano esposte con ogni maggiore dettaglio nei volumi 143 parte terza, e 144 parte seconda delle Transazioni filosofiche della Reale Società di Londra per gli anni 1853-1854. Raccomandando lo studio delle predette Memorie noi non ne riporteremo qui che l'idea generale, e quelle conclusioni che servono allo scopo che ci siamo proposti.

Per ben comprendere lo spirito di questa ricerca è prima mestieri ricordare il fenomeno che si presenta allora che un fluido aeriforme qualunque, per esempio dell'aria atmosferica, passa per un piccolo foro da un recipiente in cui la tensione è maggiore in un altro dove la tensione è più piccola. Le più semplici esperienze mettono tosto in evidenza un raffreddamento della parte dove la tensione è maggiore e nella stessa vena fluente, ed un riscaldamento al di là del foro. Tanto il riscaldamento quanto il raffreddamento della massa fluida sono assai grandi in vicinanza del foro, e vanno gradatamente discendendo coll'allontanarsi dal medesimo: in somma, con piccola variazione, i due effetti si bilanciano, lasciando però una piccola preponderanza all'effetto del raffreddamento. ( Veggasi la prima parte della Memoria di Joule e Thomson sopra citata, e la Memoria di Joule intitolata: *On the changes of temperature produced by the rarefaction and condensation of air*. Philosophical Magazine — Third series, Vol. 26, Mag. 1845 ).

La spiegazione del fatto è semplicissima. L'aria spinta dall'eccedente pressione attraverso al foro vince una resistenza opposta dalla pressione del fluido nel secondo vaso, ed acquista una velocità tanto maggiore quanto è più grande la differenza delle pressioni; vi ha dunque un lavoro esterno compiuto ed un lavoro disponibile posto in serbo nell'aria fluente

sotto forma di forza viva ordinaria. Una parte dunque del calorico attuale posseduto dall'aria fluente e dalla circonvicina dalla parte donde fluisce si converte in lavoro, donde l'accennato sbassamento della temperatura. Al di là del foro l'aria per l'attrito lungo le labbra del foro, non per l'attrito reciproco delle particelle, perde la forza viva acquistata, per modo che ad una certa distanza tutta questa forza viva o lavoro disponibile resta estinta, e quindi viene convertita in calorico, donde il provato aumento di temperatura: la piccola perdita di calorico che ancora sussiste proviene dalla parte del calorico attuale che resta definitivamente convertita in lavoro.

Ora egli è appunto di questo fatto che gli Autori citati si valsero, in fra le altre ricerche, anche alla determinazione di  $\mu$  e quindi di  $T$ , nel modo che qui cercheremo di esporre quanto più brevemente ci sarà dato di farlo, rimandando per tutto il dettaglio alla Memoria originale più sopra citata.

71. Si supponga un lungo tubo cilindrico AB *fig. 18* interrotto in C da un diafragma in cui siasi aperto un piccol foro, e che con mezzi facili a immaginare, si faccia scorrere uniformemente lungo il tubo stesso una corrente di gas, per es. d'aria atmosferica, prendendolo ad una determinata temperatura, e facendole uscire alla stessa temperatura, locchè non presenta difficoltà prendendo il tubo abbastanza lungo. Considerando il movimento del gas scorrente per entro il detto tubo, si vedrà facilmente che fino ad una certa distanza, per es. CD, dal foro il moto del gas sarà uniforme, costante ne sarà la densità e la temperatura nonchè il volume che passa per una qualunque sezione nell'unità di tempo; ma a cominciare da D fino al foro, e anche per un certo tratto CE al di là del foro stesso, varieranno tutte le predette quantità, e varieranno secondo leggi particolari dipendenti dal legame che nel fluido scorrente esiste fra il suo volume, la tensione e la temperatura, e dalla legge secondo cui il calorico attuale si converte in forza viva, e questa in quello. Oltrepassata la sezione E il fluido riprenderà il moto uniforme e la temperatura di prima, ma, generalmente parlando, sarà differente di prima la sua tensione e il volume che nell'unità di tempo passa per ogni sezione, sebbene queste quantità restino costanti per tutto il tronco successivo.

tra per ciò il lavoro a questo necessario. La quantità di calorico quindi che sarà comunicato alla massa  $m$  in istato di vapore sarà

$$mh \cdot dT.$$

Ritornando le tre quantità ora partitamente considerate, e ponendo per  $m$  il suo valore dato dalla (b) si avrà

$$(c) \quad \left( \frac{dQ}{dT} \right) = \frac{v-s}{s-\sigma} \left\{ \frac{r}{s-\sigma} \cdot \frac{d\sigma}{dT} - c \right\} - \frac{v-\sigma}{s-\sigma} \left\{ \frac{r}{s-\sigma} \cdot \frac{ds}{dT} - h \right\}.$$

60. Sostituendo nell'equazione (V) i valori ora trovati, ed osservando che anche  $r$ ,  $c$  ed  $h$  non sono che funzioni di  $T$ , si avrà

$$(e) \quad \frac{dr}{dT} + c - h = A (s - \sigma) \left( \frac{dp}{dT} \right),$$

nella quale sostituendo nel secondo membro il suo valore dato dalla (A), avremo

$$(f) \quad \frac{dr}{dT} + c - h = \frac{r}{T},$$

la quale può servire a calcolare  $h$  ogni qualvolta sieno noti i valori di  $r$  e  $c$  in funzione di  $T$ .

Dalla equazione (f) ricaviamo il fatto avvertito la prima volta dai signori Clausius e Rankine che quando in uno spazio impervio al calorico siavi chiuso del vapore al massimo di tensione, e che il vapore stesso si espanda superando un'esterna pressione eguale alla sua forza elastica, una parte del vapore si converte in acqua e quella che resta in istato di vapore continua per ciò a conservare lo stato di massimo. Infatti dalla (f) si ha

$$h = - \frac{r}{T} + c + \frac{dr}{dT},$$

e per le esperienze note, anche ad elevatissime temperature, è

assai prossimamente  $c$  costante ed  $r$  esprimibile con una formula della forma

$$r = a - b \cdot T,$$

essendo  $a$  e  $b$  due costanti, che per l'acqua hanno assai prossimamente i valori  $a = 800$   $b = 0,7$ . Quindi sarà

$$h = -\frac{a}{T} + c,$$

e per l'acqua

$$h = -\frac{800}{T} + 1,$$

per l'acqua quindi, e pei corpi conosciuti attesi i corrispondenti valori di  $a$  e  $c$ ,  $h$  ha un valore generalmente negativo, almeno fino a  $T' = 800$ , che, come vedremo, corrisponde circa a 527 gradi centigradi; e così dicesi degli altri corpi almeno fino a temperature assai elevate. Dietro la definizione data di  $h$  ciò vuol dire ch'è maggiore la quantità di calorico che il vapore per conservarsi al suo massimo scarica nella compressione di quella di cui ha bisogno per aumentare corrispondentemente il suo calorico attuale, e quindi la sua temperatura: e per ciò inversamente che dilatandosi la quantità di calorico spesa è maggiore di quella che corrisponde allo sbassamento relativo del calorico attuale, o della temperatura; per ciò restando nella massa totale del vapore meno calorico di quello ch'è necessario per mantenerlo in istato di vapore al massimo di tensione corrispondente al nuovo calorico attuale, una parte del vapore si converte in liquido, come appunto abbiamo accennato.

61. Dalle (d) e (c), rimettendo nelle stesse il valore di  $m$  dato dalla (b) si avrà

$$(D) \quad dQ = \left\{ c(1-m) + m \cdot h + r \left( \frac{dm}{dT} \right) \right\} \cdot dT + r \left( \frac{dm}{dv} \right) dv,$$

da cui, mediante la (f),

$$(E) \quad dF = c \cdot \frac{dT}{T} + d \cdot \frac{mr}{T}.$$

Le linee dunque di nessuna trasmissione avranno per equazione generale la

$$(F) \quad c \cdot \frac{dT}{T} + d \cdot \frac{mr}{T} = 0.$$

Per ciò se un aggregato di liquido e vapore del liquido di massa uno si espanda o si comprima senza che riceva o scarichi calorico, e si suppongano noti  $c$  ed  $r$  in funzione di  $T$ , come in seguito alle esperienze di Regnault si può supporre pel vapore dell'acqua, detti  $m$ , ed  $r$ , i valori di  $m$  ed  $r$  pel caso di  $T = T_1$  e per le condizioni originarie dell'aggregato, dalla precedente si avrà

$$(G) \quad m = \frac{T}{r} \left\{ \frac{m_1 r_1}{T_1} - \int_{T_1}^T c \cdot \frac{dT}{T} \right\},$$

col cui mezzo avremo dato anche  $m$  in funzione di  $T$ ; se poi supponiamo di avere anche  $\sigma$  in funzione di  $T$ , come per le esperienze di Despretz si ha pel caso in cui il liquido sia acqua, combinando quest'ultima colle (A) e (b) si avrà

$$(H) \quad v = \sigma + \frac{1}{A} \frac{1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)} \left\{ \frac{m_1 r_1}{T_1} - \int_{T_1}^T c \cdot \frac{dT}{T} \right\},$$

la quale dà  $v$  in funzione di  $T$ ; essendochè anche il  $p$  e quindi il  $\left(\frac{dp}{dT}\right)$  pel vapore al massimo è solo una funzione di  $T$ , che pel caso dell'acqua si possono sempre avere per ogni valore particolare di  $T$  dalle esperienze di Regnault, e dalle tavole corrispondenti.

Se nelle precedenti equazioni si suppone  $c$  costante, esse si trasformano nelle

$$(G)' \quad m = \frac{T}{r} \left\{ \frac{m_1 r_1}{T_1} - c \cdot \log. \frac{T}{T_1} \right\},$$

$$(H)' \quad v = c + \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)} \left\{ \frac{m_1 r_1}{T_1} - c \cdot \log. \frac{T}{T_1} \right\}.$$

62. Mediante l'equazione (G)' possiamo verificare numericamente il fatto accennato al §. 60 del costiparsi del vapore in acqua allorchè si dilata, partendo dal suo massimo, senza nè ricevere nè scaricare calorico, la cui importanza scuserà, spero, questa breve digressione. Non volendo spingere il calcolo oltre quanto basta a dare un'idea del fenomeno e nulla più, prenderemo i dati seguenti, dei quali nel prossimo capitolo si vedrà il fondamento §. 73, 78;

$$T = 273 + t, \quad c = 1, \quad r = 606,5 - 0,695 \cdot t,$$

essendo  $t$  la temperatura in gradi centigradi di un ordinario termometro.

Si supponga che un chilogramma di vapore al suo massimo sia chiuso in uno spazio impervio al calorico; che la sua temperatura originaria sia di  $200^\circ$  e che vada successivamente espandendosi vincendo un'esterna pressione eguale alla sua forza elastica senza nè ricevere nè scaricare calorico fino a che la sua temperatura si sbassa successivamente ai gradi notati nella seguente tabella; i valori di  $m$ , ossia di quella parte della massa totale che resta in istato di vapore, ed i valori di  $1 - m$ , ossia della parte che si converte in acqua, dietro la formula (G)' e i dati precedenti, saranno quelli notati in corrispondenza nella tabella medesima

$\mathcal{R}$	$200^\circ$	$150^\circ$	$100^\circ$	$50^\circ$	$0^\circ$
$m$	1	0,94075	0,86325	0,78339	0,69990
$1 - m$	0	0,05925	0,13675	0,21661	0,30010

**63. Problema.** Assegnare il lavoro esterno sviluppato da un aggregato di liquido e di vapore del liquido durante l'espansione secondo una linea di nessuna trasmissione nel passare da un calorico attuale  $T_1$  al calorico attuale  $T_2$ .

Sia  $m_1$  il valore iniziale di  $m$ ; il suo valore finale  $m_2$  sarà § 61.

$$m_2 = \frac{T_2}{r_2} \left\{ \frac{m_1 r_1}{T_1} - \int_{T_1}^{T_2} c \cdot \frac{dT}{T} \right\}.$$

Ora all'origine essendo il vapore al suo massimo, nello espandersi (§ 60) si conserva sempre al massimo, e quindi la sua tensione  $p$  non è che funzione del suo calorico attuale, per cui si avrà

$$p \cdot dv = d \cdot pv - v \left( \frac{dp}{dT} \right) dT,$$

ossia per la (A)

$$p \cdot dv = d \cdot pv - \frac{1}{A} \cdot \frac{v}{s - \sigma} \cdot \frac{r \cdot dT}{T},$$

e siccome durante l'espansione l'aggregato non riceve nè scarica calorico, così (§ 61) sarà

$$c \cdot dT + d \cdot mr - \frac{mr \cdot dT}{T} = 0,$$

con cui, unitamente alla (A), avremo

$$p \cdot dv = d \cdot pv - \frac{1}{A} c \cdot dT - \frac{1}{A} \cdot d \cdot mr - d \cdot \sigma p + p \cdot d\sigma,$$

da cui

$$\int_{T_1}^{T_2} p dv = (v_2 - \sigma_2) p_2 - (v_1 - \sigma_1) p_1 - \frac{1}{A} \{ m_2 r_2 - m_1 r_1 \} - \frac{1}{A} \int_{T_1}^{T_2} c \cdot dT + \int_{T_1}^{T_2} p \cdot d\sigma,$$

dove sostituendo a  $v - \sigma$  e ad  $m$  i corrispondenti valori dati



dalle (G) ed (A), ed indicando con  $W$  il lavoro esterno richiesto, sarà

$$(L) \quad W = \frac{1}{A} \cdot \frac{m_1 r_1}{T_1} \left\{ \frac{p_2}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_2} - \frac{p_1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_1} + T_1 - T_2 \right\} + \frac{1}{A} \left\{ T_1 - \frac{p_1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_1} \right\} \int_{T_1}^{T_2} c \cdot \frac{dT}{T} \\ - \frac{1}{A} \int_{T_1}^{T_2} c \cdot dT + \int_{T_1}^{T_2} p \cdot d\sigma.$$

Se poi si suppongono  $c$  e  $\sigma$  costanti, sarà

$$(L)' \quad W = \frac{1}{A} \cdot \frac{m_1 r_1}{T_1} \left\{ \frac{p_2}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_2} - \frac{p_1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_1} + T_1 - T_2 \right\} + \frac{c}{A} \left\{ \frac{p_1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_1} - T_1 \right\} \log \frac{T_1}{T_2} \\ + \frac{c}{A} \left\{ T_1 - T_2 \right\}.$$

64. Ciò premesso si supponga di avere un cilindro chiuso impervio al calorico, entro cui scorra un embolo a perfetta tenuta d'aria; in detto cilindro siavi un aggregato di un liquido e di vapore del liquido di massa uno, al calorico attuale originario  $T_1$ . In principio l'embolo sia così addentrato che tutta la massa sia in istato liquido, e allora, tenendo fermo l'embolo, venga posta in presenza di una sorgente calorifica la quale porti il calorico attuale della massa a  $T_2$ , e allora lasciandola espandersi e convertirsi successivamente in vapore si supponga che la sorgente sia idonea a mantenere nella stessa costante il calorico attuale  $T_2$ , e che sull'embolo operi una costante pressione esterna eguale alla tensione dell'aggregato; così si lasci espandere fino a che tutta la massa è convertita in vapore. Ciò fatto si tolga l'aggregato all'azione della sorgente calorifica e si lasci espandere, sempre contrappo-  
nendovi una pressione esterna eguale all'interna tensione, fino a che il suo calorico attuale si abbassi al calorico attuale originario  $T_1$ ,

e allora, pestelo in presenza d'un opportuno scaricatore, si comprime a calorico attuale costante  $T_1$  fino a che tutto il vapore ritorni liquido, e l'aggregato riprenda con ciò il primitivo volume. Si domanda (a) la quantità di lavoro esterno realizzato; (b) la quantità di calorico assorbito dalla sorgente calorifica; (c) e finalmente il rapporto fra il calorico convertito in lavoro esterno e il calorico assorbito; ossia ciò che propriamente costituisce il così detto *effetto utile*.

All'origine essendo  $m = 0$ , e allora che tutta la massa si è convertita in vapore essendo  $m = 1$ , così detti  $v_1$  il volume originario, e  $v_2$  il volume ove termina l'espansione a calorico attuale costante e comincia quella a zero trasmissione, sarà per la (a)

$$v_1 = v_2; \quad \text{e} \quad v_2 = v_1;$$

se poi diciamo  $v_1$  il volume a cui si conduce l'aggregato quando per l'espansione a nessuna trasmissione ha già acquistato il calorico attuale originario  $T_1$ , sarà (§ 61).

$$v_2 = v_1 + \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_1} \left\{ \frac{r_1}{T_1} - \int_{T_1}^{T_2} c \cdot \frac{dT}{T} \right\},$$

Il lavoro durante l'espansione a calorico attuale  $T_1$  sarà

$$(v_2 - v_1) p_1 = (v_2 - v_1) p_1,$$

ossia per la (A)

$$\frac{1}{A} \cdot \frac{r_1}{T_1} \cdot \frac{p_1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_1}.$$

Il lavoro durante l'espansione a zero trasmissione si avrà dalla (L) ponendo nella stessa  $m = 1$  e permutando  $T_1$  in  $T_2$  e viceversa, essendochè nel caso attuale l'aggregato passa dal calorico originario  $T_1$  al calorico finale  $T_2$ .

Il lavoro durante la compressione a calorico attuale  $T_1$  si avrà dalla

$$(v_2 - v_1) p_1 = \frac{1}{A} \frac{p_1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_1} \left\{ \frac{r_2}{T_2} - \int_{T_2}^{T_1} c \cdot \frac{dT}{T} \right\} - (\sigma_2 - \sigma_1) p_1.$$

Il lavoro cercato si otterrà sottraendo questo terzo dalla somma dei due primi; se quindi indichiamo, come al solito, con  $W$  il lavoro esterno sviluppato mediante l'indicato processo, sarà

$$(M) \quad W = \frac{1}{A} \frac{r_2}{T_2} \{ T_2 - T_1 \} + \frac{1}{A} \left\{ T_1 \int_{T_2}^{T_1} c \cdot \frac{dT}{T} - \int_{T_2}^{T_1} c \cdot dT \right\} \\ + \int_{T_2}^{T_1} p \cdot d\sigma + (\sigma_2 - \sigma_1) p_1.$$

Se poi si suppongono  $r$  e  $c$  costanti, sarà

$$(M)' \quad W = \frac{1}{A} \left\{ r_2 \frac{T_2 - T_1}{T_2} + c \left\{ T_2 - T_1 + T_1 \cdot \log \frac{T_1}{T_2} \right\} \right\}.$$

E se diciamo  $Q$  la quantità di calorico convertita in lavoro esterno, sarà

$$(N) \quad Q = A \cdot W.$$

La quantità poi di calorico assorbito dalla massa liquida uno per passare dal calorico attuale  $T_1$  al calorico attuale  $T_2$  sarà

$$\int_{T_2}^{T_1} c \cdot dT,$$

e la quantità di calorico assorbito nell'espandersi a calorico attuale costante  $T_1$  fino a completa vaporizzazione sarà

$$r_1.$$



THE 10

**RIZZONTALE**

**DELL' ACQUA**



- 1 *Filone principale*
- 2 *Filone Morello*
- 3 *Filone delle True*
- 4 *Filone di Vigna*

*L'acqua*

*Scala di metri 160  
nel rapporto di 1:4000*



Digitized by Google

**RIZZONTALE**

**DELL' ACQUA**



*Micascisto*



*Sienite*



*Massa metallifera*



*Roccia granatica*

*1 Filone principale*

*2 Filone Morello*

*3 Filone delle True*

*4 Filone di Vigna*

*Vicogna*

*Scala di metri 160  
nel rapporto di 1: 4000*





THE NEW  
LIBRARY  
OF THE  
ASTOR LENOX  
TILDEN FOUNDATION

Fig. 4.

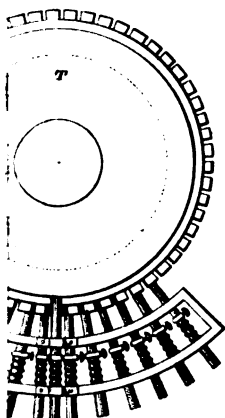


Fig. 5.

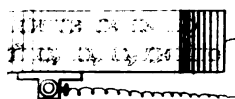
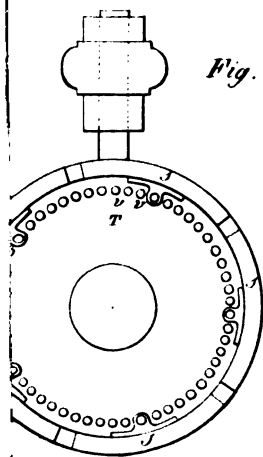


Fig. 7.



1. The first part of the paper discusses the importance of the study of the history of the United States.

**OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE E MAGNETICHE DURANTE L'ECC-  
CLISSE ULTIMO; LETTERA AL PROF. MATTEUCCI DEL PROF.  
L. PALMIERI.**

Vengo a soddisfare al desiderio manifestatomi con vostra pregiatissima lettera comunicandovi i risultamenti delle mie osservazioni sul magnetismo terrestre e sulla elettricità atmosferica fatte da questo Osservatorio nel tempo dell'eclisse del 18 Luglio p. p., lasciando quelle concernenti la temperatura, la umidità e la pressione atmosferica che sonosi fatte in molti altri luoghi.

Io ho all'Osservatorio l'apparecchio di variazione di Lamont acquistate dal Melloni: questo apparecchio, come vi è noto, è una modificazione del magnetometro unifiliare del Gauss, ma tiene tre aghi distinti (che son molto leggeri) pe' tre elementi del magnetismo terrestre con altrettanti cannocchiali e scale corrispondenti. Per mancanza di opportuno locale ho potuto finora studiare le variazioni della declinazione e della componente verticale, ma non quelle della componente orizzontale. La distanza de' cannocchiali dagli specchi è tale che 1' di deviamiento nell'ago corrisponde a 3<sup>mm</sup> sulla scala, onde si legge comodamente la variazione di 10".

Nel giorno 18 Luglio la variazione diurna tanto nella declinazione quanto nella componente verticale procedeva dal mattino con mirabile regolarità: circa 12' dopo cominciata l'eclisse l'ago ordinato alla misura delle variazioni della declinazione devì rapidamente dalla sua giacitura per circa 8 divisioni della scala, cioè per 160", menando il polo australe ad occidente, e dopo molte oscillazioni tornò per quattro divisioni più indietro che non era prima; cotesto deviamiento fu preceduto da vibrazioni verticali. La componente verticale si risentì pochissimo in questo momento, avendo l'ago deviato appena per due divisioni della scala; ma dopo due o tre minuti cominciò a manifestare lente ed ampie oscillazioni. La procella magnetica parve finita; ma alle ore 4 e 4' ricomparve alquanto più vigorosa specialmente sull'ago ordinato a mostrare le variazioni della componente verticale; lo stesso avvenne sei a sette mi-

nuti dopo. Da questo momento fino alle ore 4 e 50' si ebbero leggere oscillazioni delle quali non potetti ben determinare i tempi occupato ad esplorare la elettricità atmosferica che guadagnava in intensità. Dopo la variazione diurna continuò il suo corso ordinario. Disceso il dì seguente dall'Osservatorio Vesuviano, il mio collega Prof. De Gasparis mi disse aver egli dall'Osservatorio Astronomico di Capodimonte notati i tempi delle immersioni ed emersioni delle diverse macchie che il sole presentava nel dì innanzi, ed avendomi data una figura del disco solare con la indicazione de' tempi anzidetti, io trovo che le tre grandi perturbazioni magnetiche avvertite di sopra corrispondano a' tempi delle immersioni di tre grandi macchie esistenti nel disco solare.

Nel 5° quaderno del *Cosmos* parlandosi delle osservazioni fisiche e meteorologiche fatte a Bordeaux nella stessa occasione si dice, il magnetismo non aver presentato alcun fatto degno di nota. Lo stesso ripetesi nel 6° quaderno in proposito di una nota di Desains. Io non so di quali apparecchi abbiano fatto uso costoro, ma per me tengo lo strumento di Lamont come il più squisito quando si vogliono esplorare le più leggere perturbazioni. Che se poi con apparecchi simili, altri avesse avuto risultamenti negativi allora converrà ripetere le perturbazioni da me osservate da un'altra origine.

Vengo ora alla elettricità atmosferica. Le osservazioni di questo genere da me si fanno con apparecchio e con metodo incomparabilmente superiori ad ogni altro, e credo di poter dare misure veramente comparabili. Il mio apparecchio descritto nel 1° volume degli *Annali* di quest'Osservatorio fu collocato dall'illustre Prof. Belli sulla torre meteorologica di Pavia, e fu coronato dall'Accademia delle scienze di Lisbona. Nel 18 luglio dunque il cielo fu dal mattino alquanto nuvoloso, e la elettricità dell'aria apparve molto scarsa e senza periodo, oscillando tra i 6 e 7°. Al cominciamento dell'eclisse il cielo era fatto sereno e l'elettrometro segnava 7° di tensione; questa andò gradatamente scemando col mancar della luce per modo che verso l'ora del massimo oscuramento era appena di un grado, ma tosto cominciò a crescere ed in sul finire dell'eclisse giunse a 24°, poi scemò alquanto restando tra i 16 e 18 fino all'ora del tramonto.

Chiunque abbia notizia de' miei ultimi studii sulla elettricità atmosferica intenderà che le tensioni crebbero con l'aumento della umidità relativa nelle falde atmosferiche superiori al livello dell'elettrometro. Ma per ora mi contento di riferirvi i fatti, riserbandone la interpretazione per un' altra lettera.

Dal R. Osservatorio Meteorologico Vesuviano, li 25 Agosto 1860.



RELAZIONE DELLE OSSERVAZIONI FATTE IN SPAGNA DURANTE  
L'ECCLISSE TOTALE DEL 18 LUGLIO 1860 DAL P. ANGELO  
SECCHI D. C. D. G. DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO DEL  
COLLEGIO ROMANO.

( Estratto ).

Accennai già nell' altra mia lettura i diversi problemi la cui soluzione aspettava la scienza da queste osservazioni, alcuni de' quali riguardavano la teorica de' moti celesti, ed altri la costituzione fisica del sole. Ma la vastità del soggetto in faccia alla brevità del tempo permesso a studiarlo, impone la stretta necessità di dividere, come dicesi, il lavoro, e lasciata ai miei amici e colleghi gli astronomi spagnuoli la parte relativa alla determinazione del tempo, per la quale essi erano a dovizia forniti di squisiti strumenti, e limitandomi solo a coadiuvarli in ciò in quanto comodamente avrei potuto, mi attenni allo studio de' fenomeni fisici, e in tale vista venni facendo tutti i necessari preparativi (1).

(1) Per la determinazione accurata del tempo gli astronomi spagnuoli avevano portato seco un magnifico strumento de' passaggi portatile di Reppold, due cronometri di Dent, un pendolo pure di Dent, un sestante coll'orizzonte artificiale, un contatore a secondi che mediante un meccanismo semplicissimo da me aggiuntovi segnava i secondi su di una lista di carta di un telegrafo di Morse, e con un altro piccolo accessorio dava l'istante della osservazione. Due barometri uno de' quali fu lasciato a Castellon per confronto delle altezze; una serie completa di termometri di diverse qualità per le osservazioni meteorologiche, e un anemometro di Robinson per la velocità del vento. Avevano comprato espressamente per questa

Le quistioni principali da decidersi colle presenti osservazioni sull'eclisse del 18 Luglio 1860, erano le seguenti:

1° Le prominente rosse che appaiono attorno alla luna sono esse realtà fisica, ovvero semplice illusione ottica, originata da alcuna delle tante cause che producono frange colorate e riflessioni attorno agli orli de' corpi, conosciute sotto il titolo di diffrazione, interferenza, miraggio e simili?

2° Posto che appartengano al sole, sono esse montagne, nubi o emanazioni, e di che specie?

3° La corona che cinge la luna è pur essa illusione dovuta alle suaccennate cause, ovvero è l'atmosfera solare?

4° I lunghi raggi e discontinui osservati prolungarsi notabilmente oltre la corona, sono essi effetto dovuto all'atmosfera terrestre ovvero una realtà di emanazioni solari?

5° Finalmente, entra per nulla in queste apparenze, alcuna cosa che possa attribuirsi all'atmosfera lunare o alla struttura fisica della superficie del nostro satellite?

Queste erano le questioni che mi era proposto di studiare io stesso, in modo principale, senza trascurare le cose accessorie de' cambiamenti meteorologici della nostra atmosfera e le variazioni del magnetismo del nostro globo, per le quali confidava nell'aiuto de' collaboratori.

In conformità di questo progetto, due erano le classi, degli strumenti da usarsi, cioè gli ottici e i fotografici. I primi hanno naturalmente la preminenza, come quelli che forniscono i dati più sicuri e più completi, ma che sventuratamente per la fugacità de' fenomeni sono lungi dal poter essere impiegati fuori di ogni pericolo, e che inoltre non lasciando traccia di sé non permettono di ritornar sul fenomeno che per mezzo delle reminiscenze sempre mal sicure. I fotografici, benchè di

occasione due equatoriali di Steinheil di 122<sup>mm</sup> di apertura, e uno di questi era stato portato al Moncayo dal sig. Novella, l'altro era con noi. Il sig. Avv. Antonio Rodriguez de Cepeda ci favori un piccolo strumento dei passaggi a prisma che servi al sig. Barreda per studiare lo spettro solare, e portò per sé un bel cannocchiale di Lerebours di 93<sup>mm</sup> di apertura al quale io applicai uno degli oculari di Cauchoix per dargli campo più ampio da studiare il complesso de' fenomeni della corona e delle protuberanze simultaneamente.

lor natura incompleti, perchè incapaci di fissare i colori, di difficile maneggio in momenti sì critici, e soggetti a molti equivoci, ove non siano assistiti dall'occhio e dall'intelletto, hanno però il grande vantaggio di fissar permanentemente i fenomeni, su cui poter ritornare a mente fredda, e così l'uno dei due sistemi compensando l'altro, fu risoluto di impiegarli amendue per assicurare un completo successo.

Per la parte ottica i miei colleghi erano forniti di ottimi e bene scelti strumenti; io per me destinai a questo uso un eccellente refrattore di Fraunhofer di 75 millimetri di apertura, che in questa occasione fu fornito di varii interessanti accessori.

Il primo fu un sistema di tre oculari di Merz cogli ingrandimenti di 60, 90 e 130 volte montati su di una stessa piastra scorrevole fra due guide, che permetteva di cambiare il campo e la forza in un istante senza perder tempo a invitare e svitare; il campo del 1° oculare lasciava vedere il sole colla sua corona tutto intero; il 2° il sole solo colle prominenze; il 3° era destinato a ricerche speciali se fossero occorse.

Il secondo fu un offuscante a tinta neutrale graduata, e variabile in forza da 1 a 2,75 che servì dovea a riparar l'occhio e insieme da fotometro (1).

Il terzo un micrometro di posizione col quale senza perder tempo a leggere i gradi notavasi su di un cartoncino colla semplice pressione di una molla la posizione di una protuberanza qualunque vista sul disco solare in vicinanza a una graduazione circolare metallica, da leggersi poscia a tutto comodo.

(1) L'offuscante graduato qui indicato è formato di una lastra di vetro scuro, di tinta che dicono neutrale, ma molto tendente al bleu, che è larga 25 millimetri, e lunga 80, la sua spessezza da un capo all'altro varia da 1 a 2,75 ed è acromatizzata con un vetro bianco per distruggere la sua azione dispersiva. Questo vetro ha il vantaggio di poter dar la luce conveniente alla parte del sole che si studia, che deve esser diversa secondo gli oggetti e di più non è sì facile a rompersi pel calore come gli altri, e non si può muovere a mano facilmente. I molti vetri neri di cui erano gli oculari, quasi tutti si ruppero ad eccezione di questi. Le due lenti sono unite con mastice, ma così spesso si corre pericolo di guastarsi: onde meglio è lasciarle senza incollarle, perchè non prendere abbaglio dalle riflessioni sulle



Il 4° un reticolo speciale fatto di fili di ragno e di fili di platino: questi (che furono i soli utili) erano 4 in numero, e disposti in modo che i due estremi distavano precisamente di un diametro lunare: gli altri due nel mezzo di essi erano posti leggermente ad angolo e distavano ai loro estremi rispettivamente di  $1'$  e  $1' \frac{1}{4}$  onde potevansi facilmente stimare le dimensioni delle protuberanze e determinare le loro direzioni. Il cannocchiale era montato equatorialmente su robusto piede che gli serviva pure di cassa, e benchè non elegante, fu trovato però di comodo e utilissimo servizio.

Alla fotografia fu destinato il nostro equatoriale di Cauchoix che per la sua robusta montatura in ferro fuso si prestava a meraviglia, e tutta quella gran macchina venne trasformata in un grande apparato fotografico con obiettivo di sei pollici di diametro e lunghezza di metri 2,50 mossa da un roteggio per seguire il moto degli astri.

Non poche sono state le difficoltà che abbiám dovuto superare per riuscire ad ottenere fotografie solari abbastanza esatte da esser veramente utili alla scienza, specialmente per quelle da farsi durante la totalità per avere le protuberanze e la corona. Basti dire che era questo il primo saggio, e perciò era affatto sconosciuta la forza della luce residua. Fu quindi mestieri regolarci in modo da non fallire il successo, e risoluto che le fotografie del sole intero e delle fasi si prenderebbero ingrandite fino a 12 centimetri, ma che quelle della totalità si sarebbero fatte di grandezza naturale dell'immagine focale, e conforme a ciò fu provveduto l'istrumento di due diverse camere oscure applicabili al luogo dell'oculare, e prima di partire da Roma furono fatti tutti gli studii necessari coll'assistenza del sig. Francesco Barelli.

Oltre questi apparati fondamentali ne portai meco diversi altri destinati ad alcune ricerche speciali, cioè un cronometro, un barometro aneroido, 2 termometri, una pila termo-elettrica, un magnetometro di Jones, diversi polariscopii, ed altri accessori che credetti poter riuscire utili alla osservazione.

Il luogo dell'osservazione fu il così detto *Desierto de las Palmas* in un gruppo di monti situato tra Oropesa e Castellon de la Plana, ove trovasi un antico convento tre miglia circa

distante dal mare Mediterraneo. La stazione però non fu trovata corrispondente alla aspettazione, ed il convento restando troppo chiuso tra i monti, convenne trasportarci in punti più comodi per le osservazioni, e fu deciso di dividere in due parti la comitiva. Quanto spettavasi alla fotografia e al regolamento degli orologi fu collocato sulla spianata avanti alla antica porteria del convento, ove due eremi adesso abbandonati apprestavano comodo ricovero: gli strumenti maggiori furono lasciati all'aria aperta guardati a vista da una scorta militare, quantunque a dir vero non ve ne fosse bisogno, tanto rispettosa fu sempre la curiosità di que' molti che ivi accorrevano. Ivi furono collocati su piedistallo di opera muraria l'equatoriale di Cauchoix e il bello strumento de' passaggi portato dagli astronomi spagnuoli: due stanze di un eremo furono convertite in officina fotografica, un'altra in deposito di cronometri e di orologi, le altre servirono di abitazione e di studio.

Il sig. Monserrat Prof. di chimica all'Università di Valenza e distinto fotografo, aiutato da alcuni suoi allievi si incaricò di tutta la parte fotografica, e affidai la parte relativa al maneggio dell'equatoriale al P. Venader Prof. di fisica nel Seminario di Salamanca, che se ne disimpegnò con molta destrezza e diligenza. Restarono ancora quivi diversi amatori e professori con diverse incombenze. Il Prof. Barreda assunse a mia istanza di studiare le variazioni dello spettro solare, con un apparato fornito dal sig. de Cepeda. Altri si incaricarono di riconoscere gli astri che fossero apparsi, altri lo stato del cielo; chi osservare il corso dell'ombra, chi di fare la fotografia generale di tutto il cielo, chi di fare scale fotometriche, e specialmente il sig. Gaetano d'Aguilar e il sig. Alcover di osservare con attenzione il tempo delle varie fasi dell'eclisse.

Io col sig. D. Antonio d'Aguilar direttore dell'Osservatorio di Madrid fornito di un equatoriale di 4 pollici di Steinheil e col sig. de Cepeda distinto avvocato e passionato amatore di astronomia, che avea un ottimo cannocchiale di Lerebours e il sig. Ing. Botella, ci recammo fino dal giorno innanzi alla cima più alta del Deserto, detta il monte S. Michele.

La nostra posizione colà non poteva esser migliore per vedere l'effetto generale dell'eclisse: alti 725 metri sul livello

del mare, la nostra vista estendevasi per tutto liberamente; entro terra al N. O. per oltre 20 leghe fino a Pena-Golosa: al N. E. era il mare: al S. E. le Aguglie di S. Agata e il capo di Oropesa, e per tutto il Sud il mare e al S. O. l'ampia pianura del regno di Valenza.

Intanto furono distribuiti i diversi uffici; il sig. Ingegnere Botella ispettor delle miniere si incaricò delle osservazioni del termomoltiplicatore di Melloni, il sig. Ingegnere Mayo delle osservazioni del declinometro, altri delle osservazioni meteorologiche: a tutti insomma fra non pochi capaci che ci erano attorno, fu data qualche incombenza, come si disse dell'altra stazione, facendone la distribuzione come suol dirsi sul tamburo.

Durante il corso della occultazione solare non poteano aver luogo che le solite ordinarie osservazioni eseguibili dappertutto. Tre cose mi paiono degne di esser qui mentovate.

La 1<sup>a</sup> è che le macchie del sole non mostrarono veruna distorsione all'istante della loro occultazione, e solo trovai un poco di indecisione nell'occultazione della penombra, il che si deve alla lor naturale sfumatura.

La 2<sup>a</sup> fu che un quarto d'ora dopo il principio, potemmo distintamente tracciare il lembo della luna qualche poco più in là della fase fuori del sole, ma solo per un arco di circa 20°: e appresso si ritornò a vedere pure ad intervalli, ma non costantemente.

La 3<sup>a</sup> che mi sembra non meno importante, fu il vedere l'enorme diversità di precisione e di forza di luce che correva tra i diversi orli che limitavano la fase. L'interno formato dalla luna era tagliente e netto, e distintissimo era il contorno delle sue montagne che rendevano assai scabro il corno superiore: l'altro lembo invece formato dal sole era incerto e malissimo terminato e realmente cinto da una vera sfumatura. Nè qui finiva la differenza, ma, ciò che era più importante, il campo del cannocchiale era evidentemente più chiaro dalla parte del sole che della luna, e ciò si riconosceva manifestamente perfino su la proiezione in carta bianca. Vedremo l'importanza di questa delicata osservazione per trarne una prova dell'esistenza dell'atmosfera solare.

A 2<sup>ore</sup> 39<sup>m</sup> cioè poco dopo coperto il centro, l'oscurità era già sensibilissima, e 10 minuti prima della totalità essa era

si dichiarata che il lume era già utile, l'orizzonte attorno era tutto fosco, ma più dalla parte di Pena Golosa donde veniva l'ombra e pareva presso ad un gran temporale; la tinta degli oggetti era come veduta attraverso un vetro fosco. Ma sei o sette minuti prima della totalità, la luce cominciò a vedersi calare a vista, e in una maniera che avea qualche cosa di sinistro, per non dire di terribile, talchè un profondo silenzio si sparse su tutti i circostanti, tanto che le battute del contatore e del cronometro erano sì distintamente sentite come fossimo soli nelle nostre stanze. Da allora in poi io lasciai ad altri la cura di osservare gli altri fenomeni e superando un certo ribrezzo che ispirava quella trista scena, mi occupai solamente di ciò che faceva la mia aspettazione. Levai tutti i vetri offuscanti fissi dal cannocchiale e seguii il fenomeno col vetro a mano e a luce graduata.

A 2<sup>a</sup> prima la falce era ridotta a un arco tenuissimo e la sua luce già non portava più l'offuscante nella parte più densa onde feci uso della più sottile. Le cuspidi erano acutissime e così ebbi prova della bontà dell'aria e dello strumento, quando la superiore ad un tratto si spezzò per l'interposizione di una montagna lunare, e ben presto il sole fu ridotto a un tenuissimo filo: allora la corona incominciò a vedersi tutto attorno della luna e quel filetto di luce lentamente si occultò senza dividersi in frammenti a coroncina. L'occultazione però non fu istantanea come quella delle stelle, ma molto graduata, sicchè stimo impossibile accertarne la frazione del secondo con precisione e la credo assai dipendente dall'oscurità del vetro colorato.

Tolsi allora immediatamente l'offuscante dall'oculare e fui sorpreso a rivedere tuttavia un filo di sole bianco e di luce sì forte che mi offese l'occhio, ma il suo splendore andò sì prestamente diminuendo che potei sostenerlo, e pian piano esso si cambiò in un arco di luce porporina terminato da una infinità di punte che dopo sei secondi furono occultate.

Subito due grandi protuberanze rosse comparvero presso il punto di occultazione, una la stimai alta 2' 30" e larga alla base 2': la sua forma era conica, leggermente sfilata e curvata in punta. Presso di questa più verso il basso apparente ve n'era un'altra alta la metà circa, ma che si estendeva per

un arco di almeno  $10^\circ$  sul bordo lunare. La sua cima era a forma di sega a denti finissimi, parallela agli orli della luna.

La loro luce era porporina mista a violetto, e si intensava che illuminava distintamente i fili di platino. Stetti quasi estatico per alcuni secondi a mirare la vivacità penetrante di quelle fiamme, cercando se pure in esse io discerneva alcun movimento, ma quantunque qualche traccia di moto sembrasse aver luogo presso le sommità, nulla io potei accertare su ciò, e solo vidi il loro rapido andar calando e avrei forse speso tutto il tempo in quel trasporto, se un atto di riflessione non mi avesse fatto portar lo sguardo alle altre parti. Corsi adunque all'orlo opposto del sole, ma nulla vidi quivi a comparire, e ritornando un istante ancora alle prime protuberanze, mi accorsi che si occultavano rapidamente.

Levai allora un poco l'occhio dal cannocchiale per mirare liberamente il grande spettacolo della natura circostante. La luna in mezzo del cielo era affatto nera e del più nero inchiostro, e per singolare illusione pareva quasi staccata dal fondo del firmamento. Essa era cinta tutta intorno da una brillante corona di gloria alquanto più viva, ma non più larga dal lato dove il sole si era occultato, che la circondava tutta senza discontinuità ed era vivissima nella sua vicinanza, ma sfumava rapidamente fino alla larghezza di un raggio lunare almeno. Da questa distanza essa cominciava ad aver varie interruzioni, e varii fasci di luce si slanciavano in tutte le direzioni: nella parte superiore eranvi almeno tre di questi gruppi e uno nella inferiore che stimai in lunghezza circa un diametro e mezzo della luna stessa. La forma de' raggi più lunghi ed il loro aspetto era perfettamente pari a quelli che si vedono la sera uscir dalle nubi al tramonto del sole, e la mia impressione in quel momento fu che essi fossero a simil causa dovuti. Quelli che vidi io erano tutti rettilinei e diretti sensibilmente al centro: però il sig. Cepeda nel cannocchiale ne vide uno obliquo e ramificato. Il cielo intorno era di un fioco azzurro tendente al cenerino; sotto il sole brillavano vicinissimi i pianeti Venere e Giove e sopra la stella Polluce: di altre stelle non cercai. Il chiarore residuo di quella notte istantanea era a un dipresso quello di un'ora dopo tramontato il sole in estate, ossia a uso

nostro a mezz'ora di notte, onde potei bensì senza difficoltà trovare gli oggetti e vedere le persone vicine, non però distinguere la mostra dell'orologio due passi distante. Una tinta giallastra dalla parte di N. E. riverberata da una bassa nube lontana nel cui seno romoreggiava il tuono e da cui durante la totalità fu anche da taluno veduto partire un lampo, faceva il più singolare contrasto col cupo del cielo e gettava una luce che mentre alquanto diminuiva l'oscurità, spandeva però sulla scena terrestre un non so che di lugubre, e sembrava rammentarci quella nube che ci avea perseguitato nel mattino, e così contrastava mirabilmente colla gloria che si contemplava in cielo.

Ma per incantevole che fosse questo spettacolo non mi trattenni gran fatto a contemplarlo, e per accertare la natura de' raggi della corona posi l'occhio ad un polariscopio di Arago, e vidi sicuramente che le estremità loro non erano della stessa tinta nelle due immagini, restando però in ambedue vivo il bianco della parte centrale: nelle due immagini la corona mi parve allungata in due direzioni perpendicolari. Avrei ben voluto studiare più addentro queste importanti apparenze, ma la brevità del tempo, e l'oggetto per me secondario di quella osservazione non mel permisero e rivenni al cannocchiale.

Ivi trovai l'aspetto del sole assai cambiato da quel di prima. Le due grandi prominenze accennate dianzi erano quasi scomparse e solo vedevansi le loro sommità: ma in lor vece dalla parte opposta del lembo e tutto intorno ne erano comparse tante altre che io mi trovai per un istante dubbioso qual sceglierne per misurarne la posizione, giacchè vedeva inutile prenderne la grandezza, che scorgevasi a occhio crescere da un lato e scemare dall'altro. Grazie alla costruzione del mio micrometro, in pochi secondi ne misurai sei, ma quelle che vidi erano assai più numerose e mi parvero quasi regolarmente diffuse attorno al disco. La sterminata copia di queste fiamme fu per me affatto inaspettata, giacchè in tutte le relazioni anteriori solo di poche viene fatta menzione. Questa volta invece parve tutto il corpo solare ire in fiamme e le lor punte schizzare alte fuori dell'orlo della luna incapace a coprire quell'incendio (1).

(1) Le fiamme osservate nel 1842 non furono che 3 o 4: più se ne

Un maggior splendore della corona in un punto del lembo lunare, mi avvertiva già che colà era per spuntare il sole: diedi un'altra rapida occhiata alla corona che non mi parve sostanzialmente cambiata, ma non più simmetrica e tosto io rivolsi colà immediatamente tutta la mia attenzione. Un gran numero di piccole prominenze si vedevano venir pian piano spuntando di sotto alla luna e andar crescendo visibilmente: ma attrasse tutta la mia attenzione una di esse che emerse interamente e comparve tutta affatto isolata a guisa di nube rosata sospesa nel bianco della corona: la sua forma era sottile ed assai allungata, di 30" circa nella maggior direzione parallela all'orlo lunare, e circa 5" di larghezza: la sua figura era serpeggiante e assottigliata alle estremità. Alla vista di sì desiderato fenomeno la cui presenza era la più concludente prova dell'atmosfera solare, ruppi il silenzio che regnava nella moltitudine e ne avvertii i compagni, perchè vi facessero attenzione, del che essi mi assicurarono immediatamente. Son quasi certo che quella nube non era sola, ma che avanti e appresso era accompagnata da altri punti minori ancor essi isolati. Il lor colore era ancor quello delle protuberanze, e solo un poco più chiaro.

Intanto l'arco coronato di protuberanze si faceva sempre più vivo e più largo, e la lor base rivestiva una tinta più chiara che sfumava in un bianco deciso. La sua estensione totale era almeno di 60°, quando la parte centrale fattasi troppo viva, eclissò col suo chiarore tutte le luci rosate, e non potendo più sostenere lo splendore, dovetti levar l'occhio dal cannocchiale, e il sole era già ricomparso.

Esso brillava allora in mezzo al firmamento come un punto di luce elettrica, cinto dalla corona che fu ancora visibile per 25° e che coprendo con un libro la parte lucente potei seguitare a vedere fino a 40° dopo finita la totalità. Le ombre erano incerte e vacillanti, l'aspetto dell'orizzonte ancor cupo e mesto, ma una indicibile allegria sembrava animare la ri-

osservarono nel 1851 in cui si era più preparato, e M. Mathieu ed altri videro decisamente un arco circolare intero di prominenze rosse. Che molti di questi fenomeni siano loro facilmente sfuggiti si capisce dall'esser allora gli osservatori intenti a contare il tempo, e fissi coll'occhio in un punto solo.

sorta natura, e un sincero affetto di gioia e di tripudio si vide in tutti, che sarebbe scoppiato in un applauso generale se più fossimo stati intenti alle emozioni che sentivamo, che alla severità delle leggi che ci eravamo imposti di non lasciarci andare a trasporti, il cui effetto sarebbe stato la confusione delle più importanti impressioni ricevute, che io mi sforzai di raccogliere colla più energica attività, innanzi che si dissipassero.

Tre tiri di fucile, intanto, sparati dalla stazione inferiore ci avvertirono, secondo le convenzioni, che le fotografie della totalità erano ben riuscite, sul che stavamo non poco ansiosi, e lasciando che la turba de' curiosi sfilasse come presto cominciarono a fare, noi attendemmo alle osservazioni del fine della eclisse, che fu notato con ogni attenzione da ambedue noi e alle ripetizioni di alcune cose più importanti osservate dianzi, come era la continuazione del lembo lunare fuori del sole che potei rivedere con sicurezza.

L'oscurità generale durante la totalità fu alquanto meno di quella che si aspettava e da più di uno si potè leggere un libro a tipi ordinarii. Le stelle vedute con sicurezza furono le seguenti, secondo l'ordine di apparizione: Venere che si cominciò a vedere dal sig. Alcover 28" prima della totalità e gli restò visibile 11 minuti appresso, indi Giove, Polluce, Castore, e due altre che non furono ben accertate e forse una era Mercurio.

Fu cercato del novello preteso pianeta di Lescarbault senza successo, nè furono viste da' nostri le piogge di meteore sul corpo solare aspettate secondo alcune teorie (1), nè le macchie o i vulcani accesi, nè alcuna corruscazione luminosa su la luna. L'effetto su pochi animali a noi circostanti fu nullo affatto in quel momento: da un eremitaggio basso fu visto uscire un pipistrello, e azzittirono le numerose cicale. Il progresso del-

(1) La curiosa teoria del sig. Thomson vorrebbe che il calor solare fosse mantenuto da meteore cadenti sul sole per lo lavoro meccanico esercitato nel loro urto. Quindi si era raccomandata tale ricerca, ma nulla si vide lassù dai nostri circostanti. Il sig. Letamendi Prof. di anatomia a Barcellona, che si era recato a Perillon mi assicurò essere stati veduti due globi di fuoco, come stelle cadenti andare verso il sole. L'importanza dell'osservazione merita più dettagli. L'esistenza del pianeta intramercoriale tanto cercato invano, pare ora poco sicura.



l'ombra sulla terra fu scorto da più d'uno distintamente: non però sugli oggetti vicini, in cui la gradazione di luce era troppo sfumata, bensì sui più lontani, che vedevansi illuminare e nascondersi successivamente nel momento che noi stavamo nella totalità. Al chiarore cred'io di questa luce e di quella inviata dall'atmosfera lontana, che a non poca distanza dal limite dell'orizzonte resta in parte rischiarata dal sole, (essendo la porzione di atmosfera visibile maggiore della sezione del cono ombroso) è dovuto lo scarso numero di stelle osservate in confronto all'oscurità locale che era assai forte, e pari alla quale di notte se ne vedono molte di più: certo io malgrado quella luce maneggiai con qualche difficoltà il mio micrometro (1).

(1) Le isole Columbrets furono viste in luce mentre noi eravamo nell'oscurità. Per intendere poi quello che qui si dice è da richiamare ciò che è stato dimostrato dal sig. Biot (*Comptes Rendus* tom. xxxix. pag. 825). Esso ha provato, che un raggio luminoso che arriva all'occhio per una traiettoria orizzontale è entrato nella nostra atmosfera in un punto la cui verticale sul globo terrestre dista  $7^{\circ} 30'$  da quella dell'osservatore (contati dal centro della terra): e che se questo raggio percorre una linea inclinata all'orizzonte di  $10^{\circ}$ , esso è entrato ad una distanza di  $2^{\circ} 19'$ . Ora il raggio della sezione del cono dell'ombra lunare sulla superficie terrestre per chi era nel centro non era che di due gradi circa: donde si scorge che da almeno  $10^{\circ}$  di altezza in giù la massima parte della atmosfera terrestre visibile dall'osservatore era illuminata parzialmente dal sole. Quindi si spiega il chiarore che allora si vedeva al basso tutto intorno, e la luce diffusa da questa massa d'aria, che non è poca, ed il suo color giallastro proprio de' raggi trasmessi a traverso di essa: e mi ricordo che l'orizzonte mi parve più scuro dal lato donde veniva l'ombra poco prima della totalità che noi vidi durante essa. Si spiega anche come presso al sole eclissato, malgrado la luce della corona siansi potute vedere le stelle Castore e Polluce, e non siansi potute vedere né Sirio, né la Lira, che sono assai più lucide, ma che stavano da esso più distanti. Per facilitare la visibilità delle stelle io aveva fatto copiare la carta di Maedler, traforandola al luogo proprio di ciascuna delle principali.

Le mie osservazioni della polarizzazione sono assai incomplete, ma mi mostrarono che la luce più vicina della corona non è molto polarizzata e che la polarizzazione cresce colla distanza dall'orlo lunare. Sfortunatamente queste osservazioni, non sono facili per chi non ha gran pratica. So che taluno giudicò la corona perfettamente polarizzata perchè guardandola attraverso due tormaline, e girandone una la vide sparire! La distrazione e la sorpresa di quel momento poté dar luogo a questo equivoco, e perciò bisogna stare assai in guardia in questa materia e sapere i fatti con molti dettagli.

L'ago magnetico osservato di 5 in 5<sup>m</sup> e anche durante la totalità non diè segno particolare di perturbazione. Per contrario (come doveva aspettarsi), la variazione di temperatura fu assai sensibile, e più d'uno nella stazione inferiore s'accorse di un deciso principio di rugiada, ma i termometri non calarono gran fatto. Circa tre gradi abbassò quello all'ombra, e l'annerito al sole discese da 28 a 23°, letti da me pochi minuti prima della totalità. Non fu così della radiazione diretta esplorata col termomoltiplicatore, che diminuì rapidamente dopo occultato il centro solare, e fu insensibile durante la totalità (1). Al riapparire del sole la scala ricominciò in senso op-

(1) La pila termo-elettrica era diretta al sole mediante un cannocchiale che le serviva di guida, perchè i raggi vi cadessero sempre perpendicolarmente sopra. Il sig. Botella volle per ciò prestarci la sua tenda fotografica, nella quale fu collocato il galvanometro a riparo dal sole, il cui circolo, cominciando da parecchi minuti prima della totalità, fu letto colla lucerna. Benchè durante la totalità l'indicazione sia nulla, non pretendo con ciò dimostrato che la corona non raggi punto calore; io avea dimenticato di prendere meco il riflettore conico della pila e così non potei studiare con esattezza questo punto, ma è certo importante in questa serie il vedere il rapido calare della forza calorifica dopo coperto il centro del disco.

Ecco i numeri ottenuti cominciando dal momento in cui si rischiariò il sole ad intervalli nella mattinata.

<i>Tempo</i>	<i>Gradi</i>	<i>Tempo</i>	<i>Gradi</i>	<i>Tempo</i>	<i>Gradi</i>
1. h 5. <sup>m</sup>	19.° 0	2. h 11. <sup>m</sup>	18.° 5	3. h 11. <sup>m</sup>	0.° 5
» 20.	21. 0	» 25.	15. 5	» 20.	1. 0
» 30.	20. 0	» 35.	11. 5	» 35.	11. 5
» 45.	20. 0	» 58.	2. 0	» 55.	15. 0
» 50.	21. 5	3. 5.	1. 5	4. 16.	17. 0
princ. » 57.	20. 0	oscur. » 10.	0. 0	fin. » 30.	20. 0

La pila stava scoperta finchè l'ago fosse stazionario e poi si ricoprì subito: e la forza che fa deviare di 20° il galvanometro faceva pure muovere un termometro a bolla annerita di 4° 1 di Fahrenheit. L'esser ritornato l'ago dopo il fine allo stesso posto di 20°, mostra l'insignificante freddo prodotto dall'ombra sull'atmosfera terrestre. Le osservazioni fatte il giorno 15 in ore quasi corrispondenti sono le seguenti alla stazione bassa

2. h 10. <sup>m</sup>	19.° 6
2. 15.	19. 5
4. 0.	19. 7
4. 15.	19. 2

posto e ritornò quasi esattamente al suo punto di partenza come avevamo sperimentato nei giorni innanzi alla medesima ora.

Il vento ossia la brezza marina, di abbastanza forte che era prima dell'eclisse si calmò gradatamente, e si quietò affatto nella totalità, il che ci fu di gran piacere per la stabilità somma che così poterono avere i nostri strumenti. Terminato l'eclisse discendemmo all'altra stazione ansiosi di sapere il risultato delle fotografie.

L'attività de' nostri fotografi non era stata oziosa e certamente fu questo insigne merito del sig. Monserrat, il quale avea tutto sì ben disposto, che quel tempo prezioso non poteva esser meglio occupato. Quattordici erano le fotografie fatte nelle fasi parziali dell'eclisse di grande dimensione: e nei tre minuti della totalità ne furono fatte cinque. In queste l'ombra di un filo indica la direzione del moto diurno. Piccoli di dimensioni e di non grandiosa apparenza sono quei cinque dischetti, ma di valore incalcolabile per la scienza. In ciascuno la luna è circondata dalla sua corona colle protuberanze del sole, che formano un monumento perenne dello stato dell'astro, e servono a sciogliere i più difficili problemi della teoria solare. La prima immagine fatta in 6" dopo sparito ad occhio nudo il sole, mostra tutta intorno la corona più viva dalla parte dell'occultazione, e l'arco rosato presso il punto di uscita: sopra e sotto questo vedonsi le varie protuberanze e una di esse isolata, che mi era sfuggita alla vista, ma che ho saputo esser stata da altri osservata: in questa figura nessuna ancora ne comparve dall'altro lato.

La 2<sup>a</sup> fu tenuta trenta secondi, ed avea un'ampia corona,

La piccola diversità è dovuta alla differenza di altezza che non è del tutto insensibile.

Il risultato più importante ottenuto dal signor Berreda, studiando lo spettro, fu il grande indebolimento del giallo poco prima della totalità, e varie piccole alterazioni nelle righe di Fraunhofer, ma non di gran rilievo. Egli ne darà conto in una nota speciale.

Il barometro non fece che una mossa piccolissima alla quale pareva già disposto d'avanti. Una più estesa discussione di tutti questi elementi sarà forse fatta appresso.

ma per una scossa data alla macchina all'istante del chiudere il telarino si fecero tre immagini delle protuberanze, il che prova che la lor forza luminosa è vivissima e capace da fare una impressione istantanea. Questa nel fissarla, sgraziatamente si appannò un poco.

La 3<sup>a</sup> malgrado qualche difetto di polvere che nella fretta delle preparazioni fu inevitabile, mostra le protuberanze dimi-  
nuite dalla parte anteriore, e nuove se ne scuoprono nell'in-  
feriore e mostra l'aureola tutta intorno, ma più larga in due  
direzioni opposte e più stretta nelle altre: le prime si trovano  
sensibilmente corrispondere alle regioni equatoriali del sole, le  
altre alle polari. Questa fotografia corrisponde al mezzo circa  
della totalità, onde la corona avrebbe dovuto esser simmetri-  
ca. Questa conclusione importantissima è confermata anche  
dalla 4<sup>a</sup> fatta pochi secondi dopo.

Questa mostra le protuberanze che spuntano quasi egual-  
mente tutto intorno, e per un leggier tremito della macchina,  
qui pure si vede un piccolo raddoppiamento d'immagine, che  
prova la lor forza istantanea d'impressione.

La 5<sup>a</sup>, finita pochi secondi prima della riapparizione,  
mostra l'arco luminoso delle protuberanze già abbastanza am-  
pio, e si crederebbe il lembo solare se non fossimo certi che  
esso allora non era ancora visibile. Una sesta fatta dopo que-  
sta, venne *bruciata* dal primo raggio di sole comparso.

La brevità del tempo in cui furono fatte queste cinque fo-  
tografie non ha dato luogo ad avere la corona completa, il  
che già mi aspettava per la debolezza del lume. Essa nella più  
ampia è limitata a meno di un raggio solare: quindi per averla  
intera fu preparata una camera oscura grande, diretta per ciò  
verso il cielo; ma l'equivoco di avere usato un obbiettivo a  
paesaggi invece di quello da me prescritto a ritratti, fece che  
solo una debole e incerta traccia della corona si avesse sul col-  
lodion. Da questa serie importante di impressioni ho raccolto  
il numero e la forma delle protuberanze quali presento nei di-  
segni (1).

(1) La piccolezza delle matrici non permette di determinare la for-  
ma precisa che di poche protuberanze; le grandezze però possono abba-  
Vol. XII.

Ma vediamo quali conclusioni si possono tirare da questi fatti esposti colla più semplice sincerità, per la soluzione dei problemi annunziati al principio.

La prima e principale si è che le protuberanze non sono nè effetto di illusione ottica, nè montagne lunari, nè cosa dell'atmosfera terrestre, ma che sono veramente proprie del sole. Il loro coprirsi e scoprirsi a seconda del moto lunare, come non solo la vista, ma come lo mostrano perfino le impronte fotografiche, tolgono ogni dubbio. Nè solo variano le grandezze, ma anche gli angoli di posizione trovati diversi per una di 6° dalla prima all'ultima prova. Le dimensioni stimate e date di sopra, io le credo alquanto esagerate dalla irradiazione, ma questo non toglie che esse non sieno enormi, e parmi certo che alle maggiori non può negarsi un'altezza di almeno

stanza bene determinarsi, e gli angoli possono aversi dentro un grado: qui dò quelli ottenuti dalla prima e dall'ultima fotografia, dalle quali è manifesto il moto del centro della luna. Gli angoli sono presi sulle positive tirate in parte dall'Est pel Nord (apparente) all'Ovest ec. e quindi le figure sono rovesciate. Lo zero si è preso partendo dall'ombra del filo teso nella camera oscura e messo quanto si potè secondo il moto diurno, e che non fu mosso durante le cinque prove.

Prima 78°; 88°; 113; da 135° a 148° arco lucido; 212; 242°

Ultima 10°; 40; 76°; 248°; 290; 300; a 350° ec. arco luc.

Angoli micrometri 59°; 75°; 116; 211; 333; 310.

Le contrassegnate coll'asterisco sono le identiche nelle due prove, nelle quali l'angolo trovasi cambiato. La quantità e la direzione del cambiamento corrisponde colla posizione delle prominente relativamente al moto della luna, e perciò la variazione è in senso opposto nelle due protuberanze. Non pretendo che le figure di tutte le fiamme date nella tavola siano esattissime, ed ho qualche dubbio se la nuvoletta fosse un poco più bassa, ma la forma delle due date più in grande a lato della figura, sono abbastanza precise. Devesi avvertire che nella stessa tavola posta in fine la corona è indicata come vedevasi ad occhio nudo, mentre le prominente sono come si vedevano nel cannocchiale e quindi per cercare le relazioni fra le protuberanze e la corona quelle devono immaginare rovesciate. Inoltre per far vedere simultaneamente tutte le protuberanze ho tenuto il diametro della luna nera più piccola del vero: per imitare le fasi tutte sulla figura, basta far camminare un disco di carta nera più grande di un millimetro e mezzo di quello tracciato sulla figura in direzione inclinata di 30° all'orizzontale della figura stessa.

6 volte il diametro terrestre e una larghezza proporzionale alla base. La somma vivacità della loro luce provata dalla istantanea impressione fotografica, la loro forma variata e propria delle fiamme, toglie ogni idea di falsi riflessi, di diffrazione e rifrazione e di miraggi, e il vederle staccate e sospese lontane dall'orlo lunare e solare nuotanti a forma di nubi, prova che non sone materia solida, ma gassosa analoga a' nostri vapori e alle nostre nuvole.

La seconda conseguenza, non meno importante è che questa materia riveste tutta la superficie solare, come un generale inviluppo trasparente. Infatti il loro numero prodigioso, e il loro estendersi per archi continuati di molti gradi, ci mostra che è irragionevole supporre particolarità locali ed eccezionali sulla superficie solare, come sono le macchie, nè possono dirsi eruzioni vulcaniche di pochi punti: al contrario il vederle spuntare congiunte in lunghe catene tanto al principio che al fine della totalità, ci persuade che negli altri punti della circonferenza si rendono visibili solo le cime maggiori e più elevate, restando le minori e più basse coperte dal corpo lunare. Quindi si intende come nell' eclisse solare osservata a Koenigsberg tempo fa e in altri, il sottile anello solare sia comparso tutto cinto di punte rossastre. Ad occhio nudo io non potei distinguere le protuberanze, ma più persone ivi presenti e di ottima vista, dissero che il sole *tenea fuoco* intorno, sicchè non dubbiamente le poterono vedere, benchè non discernere separatamente per la loro copia straordinaria. Tanto numero sarebbe esso conseguenza della fase di speciale agitazione in cui sembra essere il sole attualmente, corrispondente al periodo di massimo delle sue macchie in cui ora si trova, ovvero altra volta sono state poche perchè gli osservatori non hanno usate tutte le premure possibili di osservarle al principio e al fine della totalità, distratti e occupati da altri soggetti diversi? Questo forse è più probabile, non essendo altra volta mancato chi abbia già indicato simili apparizioni di archi luminosi colorati e terminati a sega estendentisi per molti e molti gradi come si è visto da noi. Resta quindi messo fuor di dubbio essere il sole avvolto al limite della sua fotosfera da una specie di involucro di debol luce rosea gassosa trasparente, che ci si

rende invisibile in tutte le osservazioni ordinarie eclissato come si trova dalla prevalenza della luce viva della fotosfera. La loro tinta trasparente e senza corpo, spiega come noi non le vediamo ordinariamente sulla faccia dell'astro, e solo possiam credere che siano esse quelle nubi che appaiono talora come cirri velare la parte più oscura dei nuclei (1).

Una terza conseguenza si deduce da queste osservazioni ed è che il diametro solare è ben maggiore di quello che comunemente si osserva cogli ordinarii strumenti. Infatti abbiám veduto che mentre il sole era scomparso col grado anche più debole dell' offuscante, tolto questo, e guardato ad occhio nu-

(1) Da queste osservazioni trovasi mirabilmente confermata la struttura fisica del globo solare come fu da me esposta in varie memorie scritte su questo soggetto e specialmente nella *Illustrazione del Quadro fisico* del sistema solare. Restano distrutti quegli involuppi di diverse atmosfere sovrapposte che avvolgevano il sole, come sfoglie direi quasi di cipolla, e una sola atmosfera luminosissima terminata da punte diverse di fiamme rosate trasparenti, agitate come un oceano in tempesta forma la sua superficie. Dall' immensa agitazione quello strato, in proporzione assai tenue, può esser squarciato e così formarsi le macchie, ed i cirri semilucidi veduti sui nuclei sono probabilmente dovuti a queste nubi rosate. Resta però ancora a decidere se il loro color roseo sia reale o dovuto all' assorbimento proprio dell' altra atmosfera trasparente che tutto l' involge, appunto come i nostri vapori all' orizzonte palono di color roseo e violaceo. Però il roseo de' nostri vapori non è mai sì trasparente come quello delle protuberanze. In somma l' involucri roseo sarebbe analogo ai nostri vapori acquee che forman le nebbie e le nubi: e l' atmosfera trasparente al composto diafano di ossigene e nitrogene.

Quest' involuppo, dice il sig. Leverrier nell' ultimo rapporto inserito nel *Moniteur*, sarà messo in evidenza dalle misure delle irradiazioni. Non credo che l' illustre astronomo ignori che fino dal 1851 io ho preso tali misure, e calcolato i risultati colle formole di Plana, e ho sostenuto questo punto nell' Accademia delle Scienze di Parigi anche in opposizione ad illustri membri della medesima. Persino l' esperienza del bordo solare eguale in intensità a quella delle penombre delle macchie che esso cita come propria del sig. Chacornac era già stata fatta prima da me. Siccome può essere interessante il mettere a confronto la legge dell' assorbimento dell' atmosfera solare con quella dell' atmosfera terrestre, io mi proponeva di studiar questo punto al *Desierto*, ma il tempo sempre cattivo me l' ha impedito; darò però una serie fatta in Roma nel 1851 al 29 di Luglio col termomoltiplicatore dalle 9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> del mattino fino all' ora del tramonto del sole. Eccola

do, la vista ne restò offesa, e che ben 6 secondi di tempo passarono finchè tutto svanisse il residuo candido segmento, vale a dire che almeno 3 secondi in arco si perdono da noi nelle nostre abituali misure del raggio solare! Ne segue ancora che

<i>Tempi</i>	<i>Gradi</i>	<i>Tempi</i>	<i>Gradi</i>	<i>Term. centig. all'ombra</i>	
9.50 <sup>m</sup> ant.	39.6	4.10 <sup>m</sup> pom.	32	9.50 <sup>m</sup>	27.8
10. 15	29.1	4. 15	33	2. 42	28. 2
10. 30	28.7	4. 30	33	3. 4	28. 2
1.45 pom.	33.5	4. 40	32	4. 0	28. 2
1. 55	33.2	4. 50	32	5. 45	27. 9
2. 12	34.0	5. 5	30	6. 35	27. 0
2. 31	34.4	5. 15	29		
2. 50	33.8	5. 30	27		
2. 40	36.5	5. 45	25		
2. 50	34.0	6. 0	25		
3. 4	33.7	6. 20	20		
3. 15	34.0	6. 35	17		
3. 25	33.	6. 50	11		
3. 36	34.	7. 0	7		
3. 50	33.	7. 10	0		

Questa serie dimostra come la radiazione scema poco fino a 12 o 13° di altezza in cui resta circa  $\frac{1}{2}$ , ma la sua diminuzione diviene rapidissima presso l'orizzonte; essa potrà servire di base a calcolare l'assorbimento di un'atmosfera planetaria, la quale secondo tutte le probabilità non sarà diversa in questa parte da quella che deve circondare il sole, e così potrà vedersi fino a che punto combinano le teorie imperfettissime proposte finora. I valori de' raggiamenti solari da me trovati e dati già nelle memorie dell'Osservatorio nel 1852 e all'Accademia di Parigi (*Comptes Rendus* XLIX. 12 Dicembre 1859) sono i seguenti trovati col mio solito metodo del termomoltiplicatore al grande equatoriale di Merz.

Centro . . . . .	1.00
a $\frac{1}{16}$ dal raggio contando dall'orlo . . .	0.89
a $\frac{1}{12}$ . . . . .	0.80
a $\frac{1}{8}$ (circa a 9° eliocentrici) . . . . .	0.52

Fin dal 1851 riconobbi che la diminuzione di luce, e quella del calore era accompagnata da pari diminuzione di forza chimica, e ne ebbi la prova nelle immagini su piastra dagherriana fatte durante l'eclisse, che erano sommamente sfumate all'orlo. Questa verità fu poscia confermata col termomoltiplicatore.

La medesima verità è stata confermata nelle recenti fotografie fatte al *Desierto* dal sig. Monserrat. Se il tempo di esposizione della lastra col-



usando diversi vetri colorati per offuscante si dovrà ottenere diverso diametro; e questa conclusione l' ho poscia confermata dal fatto (1).

In quarto luogo resta posto fuor di dubbio che sopra questo inviluppo ben definito di color rosato violaceo, trovasi un' atmosfera bianca e trasparente, nella quale nuotano talora masse staccate di cotesto stesso gas infiammato. Non è facile definire la sua estensione, ma certo non deve esser minore dell' altezza stessa a cui sono state osservate le protuberanze. Il fatto che la corona fu visibile prima e dopo della totalità, con una estensione di circa mezzo raggio solare, sembra provare che questa atmosfera si estende almeno a questa distanza; essa deve esser soggetta alle leggi idrostatiche de' fluidi elastici e formare un inviluppo assai denso presso la superficie solare che svanisce rapidamente assottigliandosi. Le nostre fotografie ten-

lodonata sia brevissimo, l' impressione solare viene molto più forte al centro che agli orli; talchè presso questi resta una linea quasi nera, che dà al sole nelle prove fotografiche positive una rotondità quale si avrebbe se si disegnasse una sfera secondo le leggi della sciografia, tante presso gli orli la forza chimica è sommamente debole.

La valutazione in numeri esatti delle radiazioni chimica e luminosa sarà sempre difficile, e siccome il complesso de' fenomeni mostra che esso segua in questa parte le leggi dell' assorbimento calorifico, pare che per ora dalle mie osservazioni la tesi di una atmosfera solare sia abbastanza provata.

È poi inutile avvertire che le prominente rosse non possono formare un inviluppo staccato dalla fotosfera, giacchè fuo nella mia prima lettera nell' eclisse annunziata che io avea veduto la fusione del bianco della fotosfera col roseo della sua esteriore superficie.

(1) La notabile differenza che ha il diametro solare vero da quello che noi vediamo, costretti come siamo a servirci di vetri molto foschi per osservarlo, è una cosa di somma importanza nell' astronomia esatta e nel calcolo dell' eclissi. Una diversa forza visiva e più il color del vetro può dare una differenza sensibile. Per assicurarmi di ciò ho fatto uso di un piccolo eliometro di Dollond e messe le due immagini perfettamente al contatto servendomi di un vetro rosso, al sostituire il vetro bleu neutrale appariva una distanza sensibilissima che da molte riprove trovai essere 1".85. Non credo essere ciò mero effetto dovuto alla minor refrangibilità de' raggi rossi, giacchè quel vetro fosco ne lascia passare assai anche di questi. Io sospetto che sia effetto del colore dell' orlo solare che essendo rosato passa in più copia pel primo che pel secondo vetro: ad ogni modo tale diversità merita di essere studiata con più precisione e dettaglio.

dono a dimostrare che tale atmosfera è più estesa presso l'equatore solare, come sembra richiederlo la forza centrifuga: e questo favorirebbe grandemente l'opinione di chi attribuisce a questa atmosfera la luce zodiacale, ma un fatto di sì alta importanza merita di esser meglio comprovato, e bisognerà attendere il risultato ottenuto da altri osservatori e in altre eclissi.

Tutt'altro però sembra doversi dire di que' lunghi prolungamenti di raggi che svanirono al primo apparire del sole, alcuni dei quali in direzione verticale arrivavano fino a 3 diametri solari. Questi io inclino a non crederli reali, ma meramente effetto dell'atmosfera terrestre illuminata dalla corona e dalle protuberanze tra le aperture che gli offrono le montagne lunari. Questa sembrami la parte del fenomeno puramente meteorologica nella sua origine. Appena ritornato in Roma con eclissi artificiali di corpi diversi sono riuscito ad imitarli perfettamente. Sospettai già fin d'allora una tal loro origine per la differente forma che pigliò la corona nelle due immagini del polariscopio, e per l'aspetto generale di quei raggi di tinta uniforme assai languidi e in tutto simili a quelli che vediamo al tramonto del sole scappar dalle aperture delle nubi. La loro direzione divergente è assolutamente un mero effetto di prospettiva, e gli vedremmo paralleli se fossimo da un lato, ed il loro chiarore spetta all'aria atmosferica più o meno illuminata vivamente nella direzione ove le montagne lunari sono interrotte, e dove forse la corona e le protuberanze sono più vivaci. Ma per ciò che spetta l'interior cerchio o *corona*, non posso ammettere che sia fenomeno di simile specie, e le mie ricerche ottiche anteriori mel persuadono essendochè le frange di diffrazione ec. hanno tutt'altra estensione e carattere (1).

(1) Tali raggi si vedono assai bene intercettando un fascio di luce solare introdotto in una stanza oscura con un disco alquanto scabro, o con un disco tondo, purchè l'apertura sia fornita di dentellature. Sollevando la polvere o facendo una nube artificiale con fumo d'incenso si vedono anche meglio. Questi raggi sono paralleli se si guardi da un lato e divengono divergenti se si collochi l'occhio nell'asse, e secondo posizione di questo rapporto all'orlo vedonsi inclinare più o meno al raggio del disco onde si spiegano i raggi veduti talora quasi tangenti alla luna. Se la polvere o il fumo si sollevino in globi irregolari ne nascono delle

Resta dunque che la corona sia formata realmente dalla atmosfera solare, la realtà della quale è messa fuor di dubbio da quelle nubi rosse che non potrebbero mai restare ivi sospese se non avessero un sostegno, il quale non può esser altro una massa aerea. Questa dovendo andare decrescendo gradatamente, non fa meraviglia che possa estendersi notabilmente

falde di luce assai capricciose, che possono spiegare varie delle particolarità notate da Liais. Per finire di provare che la corona non può esser effetto di diffrazione, dirò che quella che vedesi negli esperimenti di questa specie, non nasce che quando usasi un *punto* raggianti e non mai con un *disco*: inoltre essa non è in alcun modo comparabile in forza ed estensione con quella dell'eclisse e si sa che nella diffrazione la sfumatura è tutta interna e che all'esterno si hanno frangie alternanti. Ho intercettato i raggi con globi coperti di cristalli riflettenti e rifrangenti, ed ho ottenuto de' fenomeni simili alle protuberanze; ma chi ha visto le une e le altre non confonderà mai le due specie di fatti. Sarebbe troppo lungo il descriverli qui tutti per minuto, forse lo farò in altra occasione: qui solo dirò che il fatto, il quale a prima vista appoggiar sembra la teoria delle diffrazioni è quello osservato dal sig. Brunhs, cioè della visibilità delle protuberanze dopo comparso il sole. Esso ne avrebbe veduta una fino per 8 minuti dopo riapparso la sua luce. Ma studiando il fatto su la figura, ho visto che ciò è assolutamente possibile, secondo la posizione della prominenza che solo tardi poteva esser coperta dall'orlo lunare e restar visibile occultando il sole, o, come esso mi disse, osservando con un offuscante rosso, che gli fece continuare più tempo la sua visibilità. Non so se esso abbia misurato l'angolo di posizione, come dice aver fatto Chacornac; aspettiamo che esso dia i dettagli della sua osservazione.

Il sig. de la Rue avendo fatte due impressioni fotografiche, annunziò subito per telegrafo che esse comprovavano che le protuberanze appartenevano al sole. La convinzione generale della massima parte degli astronomi è stata questa, come si ricava dai rapporti diversi finora scritti. Veggasi ciò che scrissi io stesso il giorno dopo l'eclisse all'Istituto di Francia dal *Desierto* e che è riportato nei *Comptes Rendus*, Tom. LI. pag. 156, pubblicato nella sessione del 30 Luglio 1860. Un articolo del *Galignani* pretende trovare le mie osservazioni in opposizione con quelle di altri osservatori. Non è ancor tempo di discutere le irregolarità che possono essere state notate secondo la pratica degli osservatori e la bontà de' loro strumenti. Soltanto lo riporterò qui una lettera direttami da un dotto francese alla quale non aggiungerò commentario.

Montpellier, 6 Août 1860.

Bien que je n'aie pas l'honneur d'être connu de vous je pense néanmoins n'être pas indiscret en sollicitant de vous la faveur d'un envoi d'une

al di là del limite delle protuberanze, ove lentamente svanisca, come fa nel nostro pianeta l'aria oltre le nubi, e colla sua luce graduata produrre quel fenomeno. Tale conseguenza mi pare anche appoggiata dal fatto che a fase non totale il campo attorno all'orlo solare era più chiaro che quello attorno al lunare, come pure dalla non equivoca osservazione della visibilità del disco lunare fuori del solare.

épreuve photographique des phénomènes de l'éclipse de soleil. Je vous en serai fortement reconnaissant. J'ai observé l'éclipse totale à Miranda en Espagne. Mon observation est assez conforme à celle de M. Leverrier excepté sur la position d'une petite protubérance rose.

Votre observation publiée dans le Cosmos rétablit la position de cette protubérance comme je l'ai vue. Je veux parler d'une de celles qui faisaient suite à la protubérance détachée et isolée. J'ai vu aussi la couronne pourprée se terminant en pointes que ne paraît pas mentionner M. Leverrier. J'ai commencé comme vous à voir l'arc presque continu de lumière pourpurée (ses rudiments, au moins) 1 minute  $\frac{1}{2}$ , avant la réapparition du soleil. M. Leverrier estime cette apparition à 20 secondes avant la fin de l'éclipse totale. Il résulte de cela que mon observation concorde plus avec la vôtre qu'avec celle de M. Leverrier. C'est ce qui me fait désirer plus ardemment encore de posséder une des épreuves photographiques. Des le 18, au soir, j'ai envoyé de Miranda à M. Roche, professeur de Mathématique à la faculté des sciences de Montpellier, un croquis et une description détaillée de mon observation.

Le Ricque de Monchy.

### Appendice

Durante la mia assenza dal Collegio Romano l'Osservatorio restò affidato al P. Rosa, il quale trovò il principio

in T. m. di Roma . . . . .	2h 58 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> 8
Fine . . . . .	5 5 28 0

Il cielo fu bellissimo e solo si videro alcuni veli leggerissimi che diedero origine a varie striscie biancastre in cielo e attorno del sole, con prolungamento verso il sud: subito dopo finita l'eclisse si sollevò un forte vento sud-ovest e apparvero cumuli intorno al sole. L'abbassamento termometrico al sito ordinario degli strumenti fu meno sensibile che in altri luoghi, e fu solo di 2° $\frac{1}{2}$ .

Gli strumenti magnetici seguirono il loro corso regolare senza perturbazione alcuna, benché osservati ancor essi di 5 in 5 minuti.



**AGGIUNTA ALLA RELAZIONE DELLE OSSERVAZIONI FATTE IN SPAGNA DURANTE L'ECLISSE TOTALE DEL 18 LUGLIO 1860, DAL P. A. SECCHI D. C. D. G.**

Nella relazione antecedente delle osservazioni da me fatte in Spagna durante l'eclisse del 18 luglio p. p. mostrai specialmente le importanti conseguenze che si potevano trarre dalle fotografie del sole fatte durante la totalità. Per assicurarsi però su di altri punti, richiedevansi le osservazioni fatte in altri luoghi, e singolarmente ciò era necessario per decidere sulla gran questione se le protuberanze erano state identiche nei vari siti, e quindi in tempi assoluti diversi. Per un tale scopo le osservazioni ottiche fatte anche dai più esperti osservatori sarebbero state di poco peso, perchè la fretta, la prevenzione, l'immaginazione di ciascuno e la diversità degli strumenti, hanno troppa influenza nella interpretazione di que' pochi fatti che possono osservarsi alla sfuggita in que' brevi istanti, e di quei cenni con cui sul momento può abbozzarsi la figura delle protuberanze; e il loro rapido coprirsi e scoprirsi fa confondere i cambiamenti reali cogli apparenti. Quindi io aspettava con ansietà i risultati del sig. De la Rue che si era recato con un apparato simile al nostro a Rivabellosa presso Miranda dell'Ebro, luogo distante circa 200 miglia dal *Desierto de las Palmas*, e nel quale la totalità dell'eclisse accadeva nove minuti di tempo prima. Questi risultati essendomi ora pervenuti, posso fare il confronto desiderato che sarà grandemente profittevole per la scienza.

Dalle relazioni del sig. De la Rue (1) si ricava che ancor esso ha incontrato le medesime difficoltà che trovammo noi nei nostri preparativi, per la mancanza totale d'informazione sulla intensità ed efficacia della luce delle protuberanze e della corona.

Nella dubbiozza di una riuscita noi ci eravamo attenuti alla parte più sicura di fare le fotografie piccole, perchè poi

(1) *Times* 5 agosto. *Illustrated London news* 26 agosto.

si sarebbero sempre potute ingrandire, e le immagini dirette avevano già una non mediocre dimensione (23, 5 millimetri). Il sig. De la Rue invece operando con strumento minore e poco potendo contare sulle piccole immagini dirette, anche a rischio, come egli dice, di perder tutto si attenne alle immagini ingrandite: e sì poca era la speranza di riuscirvi, che egli credeva che se pur poteva fissar la corona, le protuberanze su questa sarebbero venute in nero!

Fortunatamente la forte luce delle protuberanze ha vinto tutte le difficoltà, e il sig. De la Rue ha ottenuto immagini abbastanza grandi e vivaci che non solo confermano quelle conclusioni che già tirammo dalle nostre, ma danno anche una guida per distinguere nelle nostre stesse immagini più piccole le più minute particolarità, e togliere ogni dubbio sulla *realtà* degli oggetti in quelle rappresentati. La piccolezza infatti delle nostre figure non avrebbe permesso di decidere su la forma di alcune prominenze, e sarebbe stata intollerabile baldanza l'interpretare per immagini di oggetti reali delle minime sfumature senza che si avessero altri elementi di controllo; e bisognava non conoscere che cosa sia fotografia per fidarsi ciecamente in un oggetto di tanta novità a de' segni che non avevano nessuna conferma nemmeno, come vedremo, nei fenomeni ottici. Ma ora che abbiamo a controprova le indicazioni delle altre fotografie, è tolta ogni ambiguità, e le due classi di immagini vicendevolmente si illustrano e ricevono autorità.

Prima di passare alla discussione delle singole protuberanze è da avvertire, che la indicazione dei gradi fatta dal D. L. R. è diversa da quella data da noi nelle note alla *Relazione* pag. 162, ma solo apparentemente, perchè esso conta sulle sue immagini che sono radrizzate cominciando dal punto Nord verso l'Est vero, mentre noi contavamo sulle immagini rovesciate dall'Est apparente pel Nord app. ec. Quindi contando su le due figure a rovescio, e spostando il principio de' gradi di 90, tutto combina perfettamente. Le differenze salgono al più a uno o due gradi dovuti allo spostamento lunare corrispondente a una diversità di tempi relativi, e alla difficoltà di valutare talora esattamente il posto in figure così piccole, e non è impossibile che anche vi possa aver influito un piccolo cambiamento reale.

La prima protuberanza che apparisce sulle fotografie, partendo dal punto Nord verso Est vero, sta a  $28^\circ$ , ossia secondo noi a  $242^\circ$  nella 1<sup>a</sup> nostra fotografia, e a  $248^\circ$  nella 5<sup>a</sup>, la variazione dell'angolo essendo dovuta alla mutazione di luogo del centro della luna. La cosa più singolare è che questa protuberanza fu vista da diversi anche prima della disparizione totale del sole, e restò visibile dopo che esso fu riapparso ancora per qualche tempo. Ciò è dovuto alla sua posizione sul disco solare, che era tale che il lembo lunare trovavasi parallelo alla direzione del moto della luna stessa. Questa visibilità prima e dopo fa vedere che vi è speranza di osservare per l'avvenire le protuberanze solari anche in tempo di eclissi non affatto totali, ma di abbastanza grande quantità perchè resti molto indebolita la luce che riflette l'atmosfera terrestre che sola sembra impedirne la visibilità.

La seconda prominenza di figura più singolare trovasi sotto l'angolo  $57^\circ$  di D. L. R. ossia  $213^\circ$  nostro. Ecco le parole di quest'osservatore: « A  $57^\circ$  era situata l'estremità Nord di una notevole nube staccata, che quando fu vista la prima volta era circa mezzo minuto di là dal lembo lunare: essa presentava una doppia curva al lato Nord, e ambedue le curve erano convesse verso questa parte. La nube era inclinata di  $60^\circ$  verso Est, ed era lunga un minuto e mezzo (cioè 42,000 miglia). Quando la luna nel suo corso se gli accostò e ne toccò l'estrema punta, brillò con tutto lo splendore di una nube terrestre al tramonto del sole e avea tinta decisamente rosata ». Questa nube trovasi nella nostra fotografia (come già dissi nella Relazione) presa nel momento in cui la luna ne tocca l'apice inferiore; ha realmente un millimetro di lunghezza, ossia  $1', 4$ , ed è inclinata di  $60^\circ$  verso Est: onde combina perfettamente. La sua forma qui rassomiglia a un fagiuolo prolungato alla punta superiore da una appendice di luce più debole della protuberanza. È fatto degno di attenzione il vivo brillar di luce che avvenne quando se gli accostò la luna: e ciò combina con quanto fu veduto in un'altra protuberanza dal Goldsmith, che vide il passaggio quasi istantaneo dalla luce bianca alla rosata. Questo fatto sarà forse schiarito dall'esame delle seguenti protuberanze.

La terza mostrasi a  $72^\circ$  (ossia a  $198^\circ$  secondo noi); è singolarissima perchè si impresse sulla lastra senza essere stata visibile all'occhio. « La sua forma è quella di un arco piegato, la cui lunghezza è  $2'$  (56,000 miglia): la punta è rivolta verso il Nord ed è inclinata in verso opposto della nube precedente: è singolare che questa protuberanza siasi impressa senza essere stata veduta ».

Questa meraviglia cessa affatto allo studio più accurato delle nostre fotografie. Questa protuberanza è nelle nostre immagini così debole, che non avrei mai ardito di tenerla per una realtà fisica senza un controllo ottico o fotografico avuto d'altronde: aggiungasi che essa non trovasi bene impressa che nella 1<sup>a</sup> fotografia fatta in sei secondi, mentre nella 3<sup>a</sup> fatta in venti secondi non è distinguibile e confondesi colla corona, e solo se ne ha qualche traccia nelle altre due prove dove la corona è pochissimo sviluppata. La sua luce esser doveva adunque poco diversa da quella della corona stessa, che l'ha ragguagliata affatto per una più lunga esposizione, e per ciò essendo di color bianco, poco diverso dal fondo generale, poté esser perduta di vista facilmente.

La forma indicata da D. L. R. è giustissima, e nelle piccole fotografie rilevasi la gran lingua superiore che corre per un tratto quasi parallela al lembo lunare, ed ha un pezzo quasi staccato presso alla punta. La sua debolezza stessa ci è di sommo vantaggio per riconoscere come vere protuberanze di questa specie alcune altre impressioni che per la loro sfumatura passerebbero inavvertite, e si sono condotti così alla distinzione di due classi di protuberanze, le une *vivaci*, le altre *deboli*. La lunghezza reale di questa lingua è di 1. millim<sup>6</sup>, ossia molto prossimamente 2 minuti (circa 8 diametri della terra!), e sotto di essa vedesi protendere una catena di nubi che da una parte e dall'altra estendonsi a grande distanza. Questa catena si estende fino a  $135^\circ$  con una varietà indescrivibile di dettagli.

A  $101^\circ$  è una piccola protuberanza lucida, appresso la quale a  $110^\circ$  circa ne viene una altissima della classe delle deboli; essa è sormontata da una lingua lunga almeno  $2'$  inclinata pur essa verso Est e non è molto diversa in forma da quella di  $72^\circ$ ,



ed anche questa sfuggì la vista mia e del sig. De la Rue. Siccome questa rimane vicinissima alle due grandi da me studiate con tanta diligenza, sono sicuro che se fosse stata distinguibile e di color rosato non mi sarebbe sfuggita. Come mai la fotografia ha potuto produrre ciò che l'occhio non potè scorgere? Se non avessimo qui l'irrefragabile testimonio concorde di due immagini prese a 200 miglia di distanza e a 9<sup>m</sup> di tempo di intervallo, non si esiterebbe a creder ciò una illusione. Ma questa non può ammettersi: e oltre la ragione accennata dell'essere state queste prominenze di color bianco, e facilmente confuse col fondo della corona, può aggiungersi che è notissimo che l'occhio non è punto sensibile alle onde eterree che formano i raggi più efficaci dello spettro chimico, talchè se la nube solare ne inviava quasi esclusivamente di questa specie, dovea essere invisibile, e dovea insieme disegnarsi sulla lastra. Dal che si vede che gran passo hanno fatto fare alla scienza questi esperimenti, e che per l'avvenire le osservazioni delle eclissi dovranno farsi più cogli apparati fotografici che coi telescopici.

Queste due protuberanze sono le più lunghe di tutte, ma nessuna eccede  $2' \frac{1}{4}$ ; onde le altezze accennate da alcuni di fino a 4' sono certamente esagerate dalla irradiazione. Il sig. D. L. R. dice che vide ivi la corona più vivace; ma non avendo esso avuto tutta la corona impressa, non può giudicarsi della sua estensione. A questo suppliscono le nostre fotografie che danno la corona più larga in questo punto che tutto altrove. Ed è cosa notevole come questa in generale non sia terminata da un limite uniforme, ma profondamente intagliata in vari punti.

Dopo questa protuberanza viene il grand' arco rosato che si estende da  $129^\circ$  a  $135^\circ$ , ossia secondo il nostro giro da  $135^\circ$  a  $148^\circ$ ; ma i dettagli qui sono spariti per la dilatazione prodotta dalla *solarizzazione* o eccessiva durata d'impressione delle prove, anche nelle esposte per brevissimo tempo. Alcune sue particolarità furono descritte nella *Relazione*, come pure quella della seguente prominenza a  $154^\circ$  di D. L. R., ossia  $113^\circ$  secondo noi, che avea completamente figura di fiamma, ed è alta  $1' \frac{1}{2}$ , e nella sua figura combina perfettamente con quella del-

le fotografie inglesi: solo in ambedue rilevasi un filetto bianco alla base che si estende verso la precedente, e che io non vidi malgrado il molto studio, e che estendendosi fino alla metà di distanza che corre tra le due, mostra la connessione loro.

A 193° ne abbiamo una bassissima e che appena sporge di un filetto, e una singolare a doppia cima, come di due piume rivolte in senso opposto trovasi a 197° (ossia 78° secondo noi). Nella nostra 1ª fotografia trovasi accennata la doppia punta della protuberanza posta a 230° di D. L. R., ossia 330° nostri, la cui intera mole vedesi nella prova fotografica sviluppata in modo straordinario. A 290° nostri, ossia 352° di D. L. R.; evvene un'altra delle più belle e lucenti, e a 265°, ossia 10° nostri, un'altra non men bella e vivace. Tralasciamo per brevità di dare la posizione delle minori e *deboli* che spuntano da tutte le parti, come già vidi essere direttamente il fatto quando il sole mi parve tutto cinto di fiamme. Ma sarebbe degno oltremodo di essere studiato l'arco lucido corrente da 190° a 350°, e che in D. L. R. corre da 290 a 340°, in cui trovavasi la nuvoletta isolata sì ben veduta da me, e dai miei compagni e dal Leverrier; ma la grande intensità della luce nelle fotografie ha qui tutto ragguagliato, ed i dettagli sono spariti confusi in un arco lucido vivissimo.

Se gli esperimenti di questa volta non avessero fatto altro che istruirci sul modo di portarci per l'avvenire, ciò già non sarebbe piccolo vantaggio; ma vediamo che quantunque noi fossimo còlti in molti punti alla sprovvista, i nostri esperimenti sono stati fecondi di utilissimi risultati. Qui ne accenneremo alcuni pochi, lasciando i già esposti altrove.

1.° Gli oggetti fotografati al Desierto e a Rivabellosa sono identici.

2.° Esistono nel sole ammassi di nubi che sfuggono anche all'occhio armato, e pure hanno una forza chimica sensibilissima.

La prima di queste conseguenze mette fine alle numerose contese sollevate dalla imperfezione dei disegni su la variabilità di questi oggetti, e atterra tutte le teorie di chi li vorrebbe fenomeni meramente ottici; teoria incompatibile colle loro forme restate costanti malgrado la distanza di tempo assoluto,

e la piccola rotazione che ha fatto il sole nell'intervallo di 9<sup>m</sup> frapposti alle due fotografie.

La 2<sup>a</sup> mette in evidenza due classi di protuberanze di diverso genere: le une luminose e vivaci, e le altre immensamente più deboli; e dà forse la spiegazione del come taluno abbia visto le prominente bianche ed altri le rosate, essendo probabile che l'occhio di uno siasi arrestato all'una piuttosto che all'altra classe di oggetti; se pure non vogliansi attribuire tali differenze alla diversa sensibilità degli occhi ne' vari individui per riconoscere i colori.

Il sig. Plantamour nella R. U. di Ginevra (agosto 1860) crede trovare un argomento per provare la teoria puramente ottica delle protuberanze in ciò, che l'occultarsi loro era in proporzione molto diversa da quella che corrispondeva al moto lunare. Egli vide presso al mezzo dell'eclisse sparire la prominente a forma di nube che stà ad angolo di 45° la cui distanza dall'orlo lunare al principio della totalità fu da lui stimata  $\frac{1}{4}$  minuto almeno. Siccome per la sua posizione il disco della luna non vi si accostava che 11" per minuto, ne conclude che quando essa svanì, la luna non l'avea in realtà ancora toccata. Questo ragionamento dell'astronomo ginevrino sarebbe giustissimo se sussistessero le basi su cui si appoggia: ma le fotografie dicono il contrario e fanno vedere le grandi illusioni a cui sono soggette le stime ottiche. In fatti la 1<sup>a</sup> fotografia, fatta pochi secondi dopo cominciata la totalità, mostra il lembo della luna che tocca quasi l'apice inferiore della nube; donde si può concludere che la distanza stimata da lui di  $\frac{1}{4}$  minuto almeno è certamente esagerata, e la differenza supera tutto quello che può esser effetto di parallasse nelle due vicinissime stazioni in cui noi stavamo. In secondo luogo non sussiste che la prominente svanisse verso il mezzo dell'eclisse, perchè si ha il suo vertice chiaramente impresso nella fotografia 5<sup>a</sup> finita 10" appena prima del fine della totalità. Come mai per un osservatore così pratico potè aver luogo tale equivoco? Per me la spiegazione è semplicissima, cioè che realmente gli sfuggì di vista per non avervi fissato direttamente l'occhio, essendo ormai abbastanza provato che in quella fretta molte cose non si vedono benchè stiamo nel campo di vi-

sione, se non si fissano direttamente. Nessuna delle protuberanze lucide supera  $1'30''$ , e così resta spiegato perchè al principio e al fine della totalità le fotografie mostrino un arco assai esteso senza prominenze lucide dalla parte donde viene o verso cui va la luna, mentre ne spuntano certamente in più punti di quelle che abbiām nominate deboli, che sono più alte. Infatti la differenza de' diametri essendo  $96''$ , non poteano restar tutte coperte quelle che erano più alte di questa quantità.

Per altra prova della sua teoria il sig. Plantamour porta l'apparizione de' fascetti lucidi provenienti da ciascuna protuberanza e notati nella sua figura; ma que' disegni, cred' io, devono interpretarsi alquanto benignamente, perchè io nulla vidi di ciò che esso accenna, nè le fotografie indicano altro che un maggior chiarore della corona nella vicinanza delle protuberanze: e forse ciò solamente vogliono indicare quelle figure, che del resto sono fatte piuttosto per dare un cenno delle apparenze, che per pretendere a veruna precisione, come le mostra il limite tagliente della corona interna, che certe non esisteva affatto, essendo essa sfumata molto gradatamente.

La sola cosa su cui non si può negare che vi resti ancora qualche oscurità per la spiegazione, è il fatto notato sopra, e osservato dal De La-Rue, dal Plantamour, ed ancor dal Goldsmith, che taluna delle prominenze cambiò tinta all'accostarsi della luna. Io porto opinione che ciò non sia che un effetto di contrasto, allo scemare del lume: e ne ho in prova il fatto, che la piccola navoletta da me studiata con diligenza, di rossa che era quando spuntò dalla luna, venne ad illanguidirsi collo scoprirsi del lembo, e svanì in bianco nella corona allo spuntare del sole. Tuttavia le fotografie mostrano che vi è una realtà di differenza tra le due classi di protuberanze più o meno lucide: quindi potrebbe aver luogo la seguente considerazione: È certo che le figure fotografate e proiettate su di un circolo massimo del globo solare non possono tutte stare in un solo piano: ora potrebbe essere che le più pallide fossero le protuberanze più lontane e viste solo per riflessione o attraverso un denso strato di atmosfera solare, e che le più vive fossero le più vicine all'osservatore illuminate per trasmissione.

Metto in mezzo questa idea con tutto riserbo, ma parmi degna di studio (1).

Concluderò insistendo su di un altro risultato non meno importante che si cava dalle fotografie congiunte, ed è il seguente:

3.° L'atmosfera solare è assai più estesa nella regione equatoriale che nelle polari, e le regioni ove trovansi le protuberanze più lunghe e più variate sono quelle che corrispondono alle zone delle macchie, ossia a quelle di maggiore attività e temperatura solare.

Per assicurarsi di ciò, non si ha a far altro che tracciare su le fotografie l'equator solare, e si vedrà che la regione, ove l'aureola della corona è più viva, corrisponde alla zona che estendesi da una parte e dall'altra dell'equatore circa 50°, mentre nella direzione polare è assai più ristretta. Questa conclusione è appoggiata al complesso delle nostre fotografie esclusivamente, poichè in quella del De la Rue, come si disse, l'aureola non è presa tutta; però le cinque nostre prove combinando esattamente non può esser ciò effetto del caso. La larghezza di questa atmosfera impressa è 6' almeno all'equatore, e al polo non arriva a 3'; ma è certo che la fotografia fatta in soli 6<sup>sec</sup> non può rappresentare l'ultimo limite della atmosfera solare, che deve essere assai più estesa, ma però è sufficiente a mostrar bene la legge di sua struttura. Questo conferma quanto fu da noi scoperto fino del 1851, dell'esser cioè la zona equatoriale la più energica, e quella dove la temperatura fu da noi trovata più elevata. È singolare la forma di questa atmosfera

(1) Era già pubblicato questo articolo nel giornale di Roma ( 7 Settembre 1860 ) da molti giorni, quando giunsero in Roma nei bullettini dell'Osservatorio di Parigi le descrizioni delle protuberanze osservate da Chacornac con un forte equatoriale ( 4, 5, 6, 7, Settembre ), e vedo che esso pure dalle sue osservazioni è stato condotto alla medesima conclusione. In somma sarebbe questo il caso delle nostre nubi, che finchè si vedono per riflessione sono bianche, e viste illuminate dai raggi trasmessi al tramontare del sole vestono le tinte rosate che tutti sappiamo? In questa ipotesi la luce delle protuberanze non sarebbe propria, ma imprestata dal sole; nè a ciò fa difficoltà la mancanza di polarizzazione osservata in esse, perchè anche le nubi nostre non sono polarizzate.

che combina sì bene con quella trovata dal Maury per la terra, e pare effetto della forza centrifuga.

Questo per ciò che riguarda le fotografie fatte durante la totalità. Anche il sig. De la Rue ha preso varie fotografie delle fasi parziali, e ivi come nelle nostre, resta provata la grande differenza di precisione fra l'orlo della fase spettante al bordo solare e al lunare. La sfumatura del primo è tale che si crederebbe l'impressione *fatta fuori del foco*, se la precisione dell'altro lembo non persuadesse il contrario: e si rileva pure che il bordo solare ha luce *più debole che la penombra stessa delle macchie*, verificandosi ciò che noi trovammo in Roma per la luce fino dal 1858, e quello che molto prima provammo accadere pel calore. Queste fotografie mettono inoltre in evidenza un altro fatto importante: se l'impressione non sia realmente istantanea, il nucleo non viene nero, ma bianco come il resto; donde si conclude che que' punti non sono oscuri fuor che relativamente, e assolutamente sono luminosissimi, come già si era dedotto dal Galileo per altre considerazioni. Così pure l'orlo delle penombre non è staccato e netto se l'impressione non è sommamente istantanea, ma si fonde un poco col resto: talchè si vede che il grande distacco apparente del contorno delle penombre è in gran parte effetto di contrasto. Ciò è confermato dalla importante osservazione del barone Dembowski, che riconobbe i nuclei delle macchie apparire molto meno neri che il lembo lunare all'atto della loro occultazione.

Qui nascerebbe la discussione, se le forme delle nostre protuberanze favoriscano l'opinione che le macchie siano fatte da nubi notanti nell'atmosfera solare; opinione che oggi cercasi far risuscitare dalle antiche sue ceneri, e confutata le cento volte dai tempi del Galileo, che la propose, fino a' giorni nostri: le scoperte del Wilson da noi richiamate a nuova luce, e riconfermate, la dimostrarono insussistente, e non possono le presenti osservazioni darle veruno appoggio, come spero mostrare in altra occasione con più estensione. Qui dirò solo che in questi giorni medesimi ho potuto verificare un altro caso manifestissimo dell'esser esse cavità e squarci della fotosfera medesima, la cui spessezza è assai tenue in proporzione del vasto globo che essa ricopre.

Ma ritornando ai fenomeni più particolarmente spettanti l'eclisse, chi vorrà gettare un'occhiata attenta su tutti questi fatti complessivi, resterà persuaso dell'immenso passo che si è fatto verso la cognizione del sole mediante le felici osservazioni eseguite durante questa occasione: e, quel che è più, resterà convinto che si è aperta una nuova via di investigazioni che sarà certamente messa a profitto dai nostri posteri, presso i quali avremo almeno la gloria di aver tolto di mezzo le principali difficoltà che rendevano incerta la sola vera via di studiare questa materia, cioè l'applicazione della mirabile arte della fotografia. Resterà solo in una futura occasione di fare le fotografie ingrandite direttamente, essendo la luce più che sufficiente per le protuberanze, ma per la corona, dovranno farsi immagini piccole. Inoltre che gli osservatori si uniscano per telegrafo, onde avvertirsi reciprocamente degli oggetti più importanti da osservare e delle cose da fare; il che se si fosse fatto, come io progettai a Castellon de la Plana, avremmo potuto profitto delle istruzioni del sig. De la Rue, e avere fotografie maggiori, e completato così lo studio di questi fatti immensamente di più! Ma ora che la questione non è più del modo di operare, ma solo del tempo, siamo sicuri che quello che non si è potuto compire da noi sarà fatto quanto prima da altri, e questo ci basti.



DI UNO STEREOSCOPIO DIAFRAMMATICO; NOTA DEL PROF.  
P. VOLPICELLI.

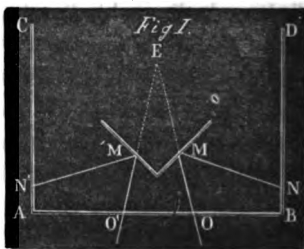
(*Estratta dagli Atti dell' Accademia de' Nuovi Lincei Sessione IV,  
dell' anno IX, del 30 Aprile 1854*).

Riguardando un oggetto posto non molto lontano, esso dietro sè nasconde a ciascun occhio, una parte diversa del campo della visione, inoltre nasconde ad ambedue tutto quello spazio, che trovasi occupato dall'ombra doppia dell'oggetto stesso: quindi l'uno e l'altro veggono sempre quella estensione angolare del corpo, che sarebbe doppiamente rischiarata dalla luce, se la ricevesse dai due punti corrispondenti agli occhi che lo riguardano. Questa osservazione si deve all'eminente artista e filosofo italiano Leonardo Da Vinci, che la registrò nel suo trattato della pittura. Quando si osserva un oggetto a tre dimensioni, e posto non molto lontano, ciascun occhio riceve una prospettiva differente dell'oggetto medesimo, e la differenza è tanto maggiore, quanto più è grande l'angolo di convergenza dei raggi visuali, cioè quanto più l'oggetto è vicino a chi lo guarda. Tale osservazione interessante, sfuggita ed ai fisiologi, ed agli artisti, fu riconosciuta e utilmente apprezzata dal celebre fisico inglese sig. Carlo Wheatstone. Dunque l'anima percepisce un oggetto a tre dimensioni, cioè percepisce rilievo di un corpo, col mezzo delle due prospettive differenti del medesimo, impresse rispettivamente nelle due retine del riguardante. Per tanto le diverse due prospettive, o proiezioni di un medesimo corpo, sieno prima sopra due piani disegnate, come similmente si disegnano in ognuna delle due retine, quando l'oggetto stesso riguardasi, con uno, e poi col l'altro degli occhi. Poscia, mediante un opportuno congegno, i raggi luminosi che partono da ciascuna delle artefatte prospettive, si facciano intersecare *virtualmente* o *realmente*, prima che giungano agli occhi di chi le riguarda. Questi raggi formeranno sulle due retine le immagini di quelle prospettive, come se fossero essi partiti dai diversi punti dell'oggetto, collocato nello spazio stesso nel quale succede la intersecazione dei raggi medesimi. Questi raggi perciò simultaneamente offri-



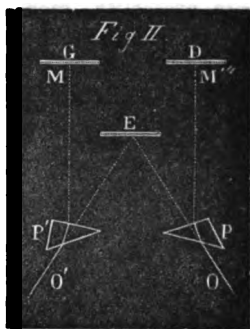
ranno all'anima le proiezioni dell'oggetto, disegnate sulle due retine, come le avrebbe vedute, se ciascun occhio separatamente avesse riguardato l'oggetto stesso. Inoltre la direzione dei raggi luminosi, dai quali nascono le indicate proiezioni sulla retina, essendo quella stessa che avrebbero questi raggi, se giungessero all'occhio direttamente dall'oggetto, e senza l'indicato artificio, gli assi ottici saranno diretti ambedue verso il luogo della immagine, virtuale o reale dell'oggetto, come lo sarebbero, se nel medesimo luogo stando l'oggetto, fosse questo dagli occhi medesimi riguardato; lo che viene a costituire la ordinaria e naturale visione. Perciò nell'indicato luogo dovrà l'osservatore vedere l'oggetto in rilievo perchè, ripetiamolo, i raggi che partono dalle proiezioni artificiali, prima incrociandosi o virtualmente o realmente, giungono quindi agli occhi, e producono sulle due retine quello effetto stesso, che vi produrrebbero, se invece partissero dall'oggetto medesimo, collocato in quello spazio, nel quale si trova l'immagine sua virtuale, o reale. Il congegno che produce questo effetto, fu dal Wheatstone chiamato stereoscopio, dalle due voci greche στερεός (stereos) *solidum*, e σκοπέω (scopeo) *speculator*.

Dai diversi modi coi quali si giunge ad ottenere, che i raggi luminosi, procedenti dalle due prospettive diverse di un oggetto medesimo, vadano ad intersecarsi fra loro virtualmente o realmente, e quindi a disegnare sulle due retine le prospettive stesse, nascono le diverse forme di stereoscopi. Anteriore a tutti è quello di Wheatstone, che nel primo di Giugno 1838 fu presentato alla Società R. di Londra, e che si può chiamare stereoscopio *catottrico*. Nel medesimo due specchi M'M, ad angolo retto fra loro, servono a riflettere i raggi luminosi che partono dalle due diverse proiezioni AC, BD di un oggetto (fig. 1.) insieme parallele, ovvero ad angolo di 45° cogli specchi stessi, e ad inviarli negli occhi O', O, del riguardante; per modo che questi raggi convergono virtualmente dietro gli specchi medesimi. In così fatta guisa è chiaro che l'immagine dell'oggetto, sarà veduta die-



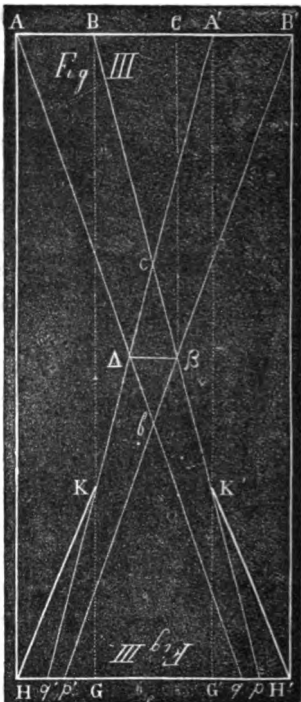
tro gli specchi, e sarà costituita da tutte le intersezioni virtuali dei raggi, che partendo dalle due proiezioni giungono agli occhi. Perciò se ad un punto qualunque  $\alpha$  dell'oggetto, corrispondano sulle proiezioni del medesimo i due punti  $N', N$ , il punto  $\alpha$  sarà veduto in E. Inoltre secondo che l'angolo ottico  $E'EO$  sarà più o meno acuto, lo stesso punto E apparirà più o meno lontano dagli occhi; e da ciò, come ognuno vede, nasce la sensazione del rilievo.

Il secondo stereoscopio è quello di Sir David Brewster, il quale può dirsi *diottrico*; questo illustre scienziato sostituì due lenti prismatiche ai due specchi, e trasformò così lo stereoscopio a riflessione in un altro a rifrazione, rendendo questo istrumento più portatile, più gradevole, e più popolare. Le due proiezioni diverse  $M, M'$  (fig. II.) di un oggetto medesimo, sono in uno stesso piano: i raggi che partono dai diversi punti di queste proiezioni, traversano le lenti prismatiche  $P', P$ , ed entrano negli occhi  $O'$  ed  $O$ , in guisa, per effetto della rifrazione, che convergono virtualmente in un punto dello spazio, compreso fra il piano delle proiezioni medesime, ed il piano delle lenti prismatiche; quindi è che in questo spazio si forma l'immagine virtuale, od in rilievo dell'oggetto, corrispondente alle proiezioni  $M, M'$ . Per questo modo i raggi che dai punti  $G, D$  delle stesse due proiezioni di un oggetto, sono inviati alle lenti prismatiche  $P', P$ , entreranno negli occhi, convergendo virtualmente nel punto E, ed in esso apparirà l'immagine virtuale del punto  $\alpha$  cui corrispondono i punti  $G, D$  nelle proiezioni. Secondo che poi l'angolo ottico  $O'EO$  sarà più o meno acuto, dovrà vedersi più o meno lontano dagli occhi la immagine E, ed in ciò consiste la sensazione del virtuale rilievo.



Allo stereoscopio di Wheatstone il sig. abate Della Rovere aggiunse due lenti, e dando a tutto il sistema dimensioni sufficientemente grandi, poté in esso introdurre proiezioni fotografiche maggiori assai delle ordinarie; lo che rende la sensazione del rilievo molto seducente: un così fatto stereoscopio può dirsi *catadiottrico*.

Gli effetti stereoscopici si possono egualmente vedere, senza uso nè di specchi, nè di lenti, ma solo col mezzo di due diaframmi; lo che dà origine ad un quarto stereoscopio, il quale può dirsi *diaframmatico*, e che ho l'onore di presentare in questa sessione IV. del 30 Aprile 1854 all'Accademia. Il congegno è semplicissimo, ed anche prima di quest'epoca l'ho mostrato a parecchi miei amici: consiste (fig. 3.) in una cassa rettangolare  $AHH'B'$ , alta  $0^m,11$ , larga  $0^m,20$ , e lunga circa  $0^m,62$ . Questa lunghezza però non è di rigore, può essa variare fra certi limiti, ed essere cioè maggiore o minore di quella ora prescritta; mentre le altre dimensioni sono fissate da quelle, che appartengono alle proiezioni fotografiche degli oggetti, delle quali si vuol far uso in questo stereoscopio: noi qui demmo quelle che si riferiscono alle dimensioni delle fotografie pei stereoscopi ordinarii diottrici. Però si avverta che più diminuisce la indicata lunghezza, e più riesce incomodo per gli occhi vedere il rilievo. Sulla faccia verticale  $A B'$  si collocano verticalmente le due proiezioni di un oggetto: sulla opposta faccia, pure verticale,  $HH'$  sono praticati due fori  $p q, p' q'$ , nel mezzo delle  $H G, G' H'$ , pei quali si possono guardare le proiezioni medesime. Due diaframmi  $HK, H'K'$  verticali, e ruotevoli ciascuno attorno un asse verticale in  $H$  ed  $H'$ , e lunghi circa  $0^m,19$ , servono ad intercettare, uno i raggi che dalla proiezione  $A' B'$  verrebbero all'occhio sinistro in  $p' q'$ , l'altro quelli che dalla proiezione  $A B$  verrebbero all'occhio destro  $p q$ . Da ciò vedesi che all'occhio sinistro possono solo giungere i raggi che partono dalla proiezione  $A' B'$  destra, ed all'occhio destro solo quelli che partono dalla proiezione sinistra  $A B$ . Per conseguenza i raggi delle due proiezioni, prima



di giungere agli occhi, dovranno intersecarsi nello spazio  $\Delta\beta\alpha$ , e la immagine in rilievo dell'oggetto si vedrà nello spazio medesimo. Così p. es. se  $A, A'$  sono le proiezioni di un punto estremo della larghezza di un oggetto, il punto medesimo sarà veduto in  $\Delta$  da chi riguarda pel fori  $p q, p' q'$ , secondo le intersezazioni dei due coni, formati dai raggi  $A'B'p'q', ABpq$ . Nello stereoscopio diaframmatico l'immagine è reale, mentre negli altri stereoscopi sopra indicati, la immagine è virtuale. I triangoli

$$\Delta\Delta A' , q' \Delta q , B\beta B' , p' \beta p ,$$

sono eguali fra loro, perchè hanno gli angoli, rispettivamente eguali ciascuno a ciascuno, e ciò tanto per le parallele  $AB'$  ed  $HH'$ , quanto per gli angoli opposti al vertice; inoltre anche perchè le basi di due qualunque dei triangoli medesimi sono eguali fra loro. Così p. es. i due triangoli  $\Delta\Delta A'$ , e  $q' \Delta q$ , hanno gli angoli eguali ciascuno a ciascuno; ed inoltre le basi  $AA'$  e  $q'q$  eguali: abbiamo in fatti

$$\begin{aligned} q'q &= GG' + G'q + Gp' + p'q' = GG' + Gp' + Hq' + p'q' \\ &= GG' + GH = HG' = AA'. \end{aligned}$$

Quindi essendo gli estremi  $\Delta, \beta$  egualmente distanti dalle basi  $AB', HH'$ , la larghezza dell'apparente rilievo sarà parallela alle basi medesime: inoltre questo rilievo si troverà nella metà della lunghezza dello stereoscopio diaframmatico, cioè della distanza che separa il piano  $HH'$  dei fori, da quello  $AB'$  delle proiezioni. Quindi più sarà grande questa distanza, e più sarà sorprendente l'immagine del rilievo, per la sua lontananza maggiore delle corrispondenti proiezioni.

Esprimiamo con

$$l = AB = A'B'$$

la larghezza di una qualunque delle due proiezioni di un oggetto, similmente presa in ognuna di esse, larghezza che supponiamo essere la medesima nelle proiezioni stesse, lo che seb-

bene a rigore non sempre si verifichi, tuttavia non ci potrà condurre in errore sensibile, nel valutare il rapporto fra le due larghezze, una delle proiezioni, l'altra del corrispondente rilievo. Indichiamo con

$$a = BA', \quad b = 2AB + a = 2l + a,$$

e la retta che separa l'una dall'altra le due proiezioni, e la somma delle larghezze loro, aumentata dalla distanza che le separa; dicasi  $d = AH$  la distanza fra il piano delle proiezioni, e quello dei fori; e sia  $\phi$  l'angolo che fa la direzione del raggio estremo colla  $AB'$ , cioè

$$\phi = \beta B'A = \Delta \beta'.$$

Se indicheremo con  $x$  la metà di  $\Delta \beta$ , avremo

$$\overline{\beta B'}^2 = \frac{d^2}{4} + \overline{B'C}^2, \quad \text{ma } B'C = \frac{b}{2} - x,$$

dunque

$$\overline{\beta B'}^2 = \frac{d^2}{4} + \left(\frac{b}{2} - x\right)^2.$$

Abbiamo altresì

$$\frac{b}{2} - x = \beta B' \cos \phi,$$

perciò avremo

$$x^2 - bx + \frac{d^2 \cos^2 \phi + b^2 (\cos^2 \phi - 1)}{4 (\cos^2 \phi - 1)} = 0,$$

donde

$$2x = \Delta \beta = b - \frac{d \cos \phi}{\sin \phi} = b - d \cot \phi,$$

ove abbiamo ritenuto il segno negativo, perchè sempre deve essere

$$2x < b.$$

Inoltre abbiamo

$$l = \frac{b-a}{2}, \text{ dunque sarà } \frac{2x}{l} = \frac{2(b-d \cot \phi)}{(b-a)},$$

Il rapporto fra le due larghezze  $2x$  ed  $l$ , una dell'apparente rilievo, l'altra delle proiezioni.

Se dopo veduto il rilievo  $\Delta\beta$ , si aprano i diaframmi HK, H'K', sino a farli combaciare coi lati AH, B'H', e ciò si faccia senza mai perder di vista l'immagine del rilievo stesso, avverrà un fenomeno fisiologico molto interessante; vedremo cioè contemporaneamente, oltre al rilievo, anche le corrispondenti sue proiezioni. Si vedranno per conseguenza tre immagini, una circa la metà della lunghezza dello stereoscopio, nella quale consisterà l'apparente rilievo, le altre due saranno le proiezioni; nè riesce, per conato di volontà vederne due sole, quelle cioè soltanto delle proiezioni. Queste tre immagini appariscono senza soccorso nè di lenti, nè di specchi, nè di diaframmi; giacchè questi hanno servito solo a produrre la sensazione dell'apparente rilievo, ma poi rimossi, la sensazione continua, e vi si aggiunge l'altra delle due proiezioni. La coesistenza di queste tre immagini, è fenomeno molto singolare, sotto il punto di vista fisiologico; poichè in tale visione, l'occhio riceve i raggi che non s'intersecano, da quelli che intersecandosi costituiscono l'apparente rilievo; e nel tempo stesso l'occhio conserva distinte le immagini dei punti tutti, dai quali partono i raggi medesimi.

Se le proiezioni sieno l'una di colore *complementario* dell'altra, la immagine del rilievo comparirà bianca, non altrimenti che negli altri stereoscopi, con questo di più, che dopo concepita la immagine del rilievo, aprendo i diaframmi senza mai perderla di vista, si vedranno le tre immagini, cioè una bianca del rilievo apparente, colle altre due a colori complementari, che saranno le immagini delle corrispondenti proiezioni; fenomeno anche più curioso per la varietà dei colori. Quelli che non sono abituati ad osservare fenomeni ottici, debbono usare di una qualche attenzione a percepire la prima volta la immagine del rilievo con questo stereoscopio; però quando

essi abbiano gli occhi ben conformati, è di più non sieno preoccupati e distratti, vedranno ben presto la immagine del rilievo, riguardando circa il mezzo della lunghezza dello stereoscopio. Del resto una volta percepita la immagine stessa, niuno incontrerà più difficoltà nel rivederla quando voglia. Di più procurata la visione delle tre immagini nel modo indicato, la terza delle medesime, quella del rilievo, anch'essa riapparirà subito agli occhi del riguardante, sebbene prima rivoltosi altrove.

Se dopo concepita l'unica immagine del rilievo nello stereoscopio diaframmatico, l'osservatore procuri, colla sola volontà, di vedere altro che le due delle proiezioni, non potrà ottenerlo. Inoltre se il riguardante, senza mai perdere di vista la immagine del rilievo, si allontani dai fori pei quali guarda, vedrà la immagine medesima sempre più avanzarsi, e sembrerà che questa voglia seguire l'osservatore.

Lo stereoscopio di cui parliamo neppure ha bisogno del due fori, praticati nella faccia verticale HH'; questi fori sono giovevoli per fissare gli occhi dell'osservatore, ma non sono affatto necessari, basta guardare le immagini stereoscopiche o proiezioni, protette rispettivamente nel modo che si è detto coi diaframmi, e comparirà l'immagine del rilievo, come se si fosse guardata pei fori oculari.

Si può eziandio sostituire ai due un solo foro, praticato nel mezzo della faccia HH', purchè questo foro colle sue giuste dimensioni, possa intercettare i raggi che vengono dalle proiezioni, come l'intercettano i diaframmi sopra descritti: a questo fine la faccia medesima deve potere scorrere avanti e in dietro, per avvicinarsi cioè od allontanarsi dalle proiezioni, cosa facile ad eseguire per mezzo di un opportuno scorsoio.

Non occorre che lo stereoscopio in discorso sia coperto al disopra; giacchè, per vederne bene gli effetti quando non abbia coperchio, basta che l'osservatore guardi pei fori oculari, volgendo le spalle alla luce. Se poi vogliasi, per maggior precisione, che sia coperto anche al di sopra, in tal caso fa d'uopo illuminare le proiezioni con uno sportellino a cerniera, che dovrà essere internamente ricoperto di una lastra metallica riflettente, la quale, inclinata secondo il bisogno, illuminerà le proiezioni stesse. Però in tal caso, come facilmente si comprende, l'osservatore dovrà volgere la faccia verso la luce.

Adoperando proiezioni fotografiche assai grandi, l'immagine del corrispondente rilievo sorprende ancora di più, perchè questa impiccolisce molto rispetto quelle fotografiche, e la sua precisione diviene maravigliosa; quindi aprendo anche in questo caso i diaframmi, dopo concepita la immagine del rilievo, è bello vedere ad un tempo le due grandi proiezioni, ed il piccolo rilievo corrispondente alle medesime. Quando si è fatta l'abitudine a vedere il rilievo collo stereoscopio diaframmatico, non si sente più il bisogno degli altri stereoscopi, riguardo al riconoscere il fenomeno fisiologico del rilievo stesso.



SOPRA ALCUNI MODI DI APPLICARE L'ELETTRICITA' A' MALATI;  
AVVERTENZA DEL M. E. E SEGR. DOTT. GIACINTO NAMIAS;  
LETTURA ALL' ISTITUTO DI VENEZIA, OTTOBRE 1860.

Non intendo, parlarvi della direzione de' poli che nello usare l'elettricità in medicina, fu argomento di controversia. Appianai, se io non erro, questa difficoltà in un lavoro, che presto pubblicherò, sui principii elettro-fisiologici attenenti alla cura dei morbi. Io vi espongo ora una pratica applicazione, di cui in quello non tenni discorso, perchè soltanto dopo averlo compiuto ne feci sugl'infermi utile esperimento. Il Du Moncel nella 2<sup>a</sup> edizione parigina uscita lo scorso anno della sua Opera *Exposé des applications de l'électricité*, Vol. III. pag. 417, dà l'impronta del sacco elettrico del Boulu destinato a spargere questo fluido in varie parti del corpo — Tale sacco è un vestito di lana che indossano gl'infermi, solcato da striscie metalliche idonee a condurre l'elettricità. Si veggono dai due elettrodi dell'apparecchio partire varii fili o reofori che si attaccano a bottoni di metallo prominenti dalle striscie anzidette, e consigliasi di giovarsene quando fosse l'intero corpo ammalato, siccome nell'asfissia. Non credo necessario tanta complicazione d'ingegni a conseguire lo scopo, ed uno ben più importante io soglio raggiungerne con semplicissimi mezzi.



È raro che nelle paralisi si trovi perduta la facoltà motrice di un membro; più comune la impotenza di due: nella paraplegia gl' inferiori; il superiore e l' inferiore nell' emiplegia; talvolta i due superiori, come in un caso da me felicemente curato colla elettricità; e volendo applicarla in una sola e medesima direzione, fa mestieri dare le scosse prima all' uno poi all' altro membro, raddoppiare la molestia, prolungare la noia agl' infermi, e spesso due volte introdurre nell' arco di comunicazione qualche punto che tormentare troppo a lungo non si vorrebbe. Uno de' miei reofori, che sono striscie di piombo lunghe un metro e mezzo all' incirca, io piego ad ansa e pongo questa a pescare nell' acqua del polo negativo: i due capi della striscia, involti di pannilini bagnati, toccano le parti dei membri sui quali vuolsi portare l' azione elettrica. L' altra striscia non raddoppiata comunicante con la spina o con regioni vicine ai centri, chiude il circolo quando, colla sua estremità percuotesi l' ultima piastra o il polo positivo della pila. In questa guisa nei paraplegiaci, comunicando la spina delle vertebre con un polo, si legano coll' altro reoforo piegato ad ansa i due membri inferiori che si scuotono nello stesso tempo. E volendo dare a ciascuno di essi 200 scosse, la spina è tormentata 200 invece che 400 volte.

Colla solita corona di tazze del Volta, avendo da 100 coppie un buon grado di forza, per la lucidezza delle piastre, l' abbondanza del sale comune e l' asciuttezza dell' apparecchio, ho poste ad un elettrodo due striscie di piombo piegate ad ansa, comunicando coll' altro un solo reoforo pertinente alla spina. In una emiplegiaca, che ottenne dalla elettricità notevoli miglioramenti, io volea destare le contrazioni del tricipite, e de' muscoli estensori comuni delle dita e proprii del pollice, indice e mignolo nel membro superiore e, nella gamba, del tibiale anteriore e de' peronei. I quattro capi delle due striscie ad ansa pescanti tutte e due nello stesso bicchiere, posti a contatto della parte posteriore dell' omero, dell' esterna, superiore e dorsale dell' avambraccio, e delle laterali superiori della gamba, con questo semplicissimo ordigno, ogni volta che toccavasi l' ultima piastra colla seconda striscia di piombo, si contraevano nello stesso tempo tutti gli anzidetti muscoli con sufficiente

energia. In tal modo risparmiarsi utilmente tre quarti dell'operazione. Credo che riuscirà giovevole e comodo questo metodo anche in altre specie di morbi, e benchè semplicissimo, lo rappresento in una tavola affinchè possa ognuno raffrontarla con quella del Du Moncel, e valutare la preferenza che meritano questi semplicissimi apparecchi usati in Italia. Se io non avessi trascurata tale precauzione nella mia Memoria II<sup>a</sup> sulla *elettricità applicata alla medicina* che vi lessi, egregi colleghi, nell'anno 1850, forse sarebbe stato più diffuso il metodo onde vennero da me sanate le paralisi di vescica, cui l'urina stessa raccoltavi guidava la benefica azione dell'elettricità. Otto anni dopo ai 30 Maggio 1859, il sig. Petrequin lo narrò all'Istituto di Francia come cosa da lui immaginata: *Nous avons laissé l'urine dans la vessie au lieu de la vider, comme on le faisait avant nous, à fin qu'elle servit de conducteur sur toute la surface interne de l'organe*. Mi compiaccio che le mie vecchie osservazioni trovino appoggio nelle recenti dell'illustre chirurgo di Lione, cui tornerà del pari gradevole che le proprie abbiano una riprova in quelle stesse da lui finora ignorate, le quali si pubblicarono negli anni addietro in Venezia.



DELLA DISTRIBUZIONE DELLE PIOGGE IN ITALIA NELLE VARIE  
STAGIONI DELL'ANNO; CONCLUSIONI DI UNA RELAZIONE ALL'I-  
STITUTO VENETO DEL PROF. ZANTEDESCHI.

Dalle osservazioni meteorologiche fatte in quarantasette stazioni della Penisola Italica in sulla fine del secolo scorso e in sul principio di questo da sessanta persone benemerite della scienza, che io ho voluto con questo scritto tramandare alla riconoscenza ed emulazione de' presenti e de' posteri, io raccolgo:

1°. Che le contrade che sono esposte ai venti di sciroc-

co e di ostro, e che sono coperte più o meno nella parte settentrionale da versanti di altipiani montuosi e dalle catene dell'Appennino, degli Abruzzi e delle Alpi sono più abbondanti di pioggia, senza distinzione di maggiore o minore latitudine; e che le contrade marittime che trovansi lontane o isolate da monti sono le più scarse di pioggia. Così noi riscontriamo che la media di Napoli è di pollici 41.5,57 ed egualmente quella di Genova di poll. 51.10,33; mentre la media di Molfetta non è che di poll. 19.11,60 e quella di Altamura di 23.9,30. Pisa offre la media annuale di 38.4,37; e Firenze quella di 42.3,15. Per egual modo tutte le città che sono disposte lungo la linea delle Alpi hanno una media più considerevole di quella delle città collocate a' piedi del versante settentrionale dell'Appennino; Udine ha la media di poll. 66.3,44; Padova di poll. 34.4,18; Vicenza di poll. 40.8,16; Verona di poll. 32.0,97; Milano di poll. 36.1,10; mentre osserviamo che Parma non presenta che la media di poll. 29.4,12; e Bologna la media di poll. 26.2,32. Io non parlo di altre stazioni più o meno internate alle falde delle nostre Alpi che presentano medie di molto superiori, come di Tolmezzo che dà la media di poll. 108.7,51, di Cercivento che dà la media di poll. 75.8,16 e di Spilimbergo che presenta la media di poll. 70.026. La minima impertanto delle medie di queste quarantasette stazioni è quella di Molfetta, e la massima o più alta è quella di Tolmezzo. Nelle stazioni nelle quali i vapori portati da venti vengono più insaccati, per così dire, e meno prontamente raffreddati si ha una copia annuale maggiore o minore di pioggia. Ciò fu indicato in più luoghi de' loro scritti dal Toaldo e dal Chiminello ragionando delle condizioni meteorologiche della Venezia.

2°. Che la stagione più abbondante di pioggia in generale è l'autunno. Nelle stazioni, nelle quali furono fatte le osservazioni per un periodo più lungo ho riscontrato quattro eccezioni, in quella cioè di Montebelluna e di Gorizia di Trento e di Altamura.

3°. Che la sentenza, che ammette essere le stagioni della primavera e dell'autunno più abbondante di pioggia in confronto dell'inverno e dell'estate, non ebbe conferma che nelle stazioni di Parma e Macerata. Le stazioni di Molfetta ed Ariano

Principato ulteriore presentarono l'inverno e l'autunno più abbondanti di pioggia in confronto della primavera e dell'estate.

4°. Che l'opinione di alcuni meteorologisti, che riconosce il Maggio e l'Ottobre essere i mesi più piovosi dell'anno, non ha ricevuto conferma dalle riferite osservazioni. I casi di verifica sono assai pochi in confronto di quelli che stanno contro. Parmi importante che nei fenomeni della distribuzione delle piogge, oltre alle cause generali, intervengano con influenza distinta le condizioni locali o topografiche e le accidentali od eventuali di pressione, di temperatura e della direzione de' venti, che presentano, per così dire, la fisionomia meteorologica dei varii paesi, nella quale è dato al diligente scrutatore della natura di leggere il tipo, o la media che governa perpetuamente le condizioni della vita degli esseri, a' quali è accordata un'abitazione permanente nei varii climi della terra. Io mi riservo a dare a queste conclusioni una prova più efficace coi risultamenti di periodi secolari, che esporrò nella mia opera, che ha per titolo: *Delle leggi del clima d'Italia, illustrato da documenti meteorologici editi ed inediti*. Mi piace a conferma di quanto superiormente ho detto, di riferire un passo del Toaldo, che ho riscontrato nel tomo VI degli Opuscoli scelti di Milano: « Udine si trova in mezzo ad un semicerchio non molto esteso di montagne, direttamente aperto verso scirocco, il quale perciò v'insacca le nuvole, e le sprema come spugne. Gorizia non molto distante, viene in parte coperta dal Carso, quindi resta un poco sollevata dall'influenza piovosa. Crespano, che per la quantità della pioggia vorrebbe emulare Udine, giace alle radici delle Alpi e vi si stende un poco sopra. Perciò vi si arrestano le nuvole; e lo scirocco, piegato in greco, dalla valle di Piave, per la bocca di Cavaso, vi porta copioso alimento di vapori. A mezzodì di questi luoghi, otto miglia dai monti, il doppio all'incirca dal mare, in aperta ghiajosa pianura, giace la vaga terra di Castelfranco: essa partecipa dell'impressione del monte e del mare ed ebbe nei mesi umidi tanta abbondanza di piogge, quanto di scarsezza nei mesi asciutti. Marostica e Brescia giacciono sotto i monti, e perciò frequenti hanno le visite della pioggia. Lungi dal mare,

in vasta pianura circondata dalle Alpi, giace Milano: e l'una e l'altra distanza è cagione, che le nuvole o non vi si arrestino molto sopra, o non vi si condensino per piovervi in abbondanza. Torino è coperto dal vento d'ostro, di scirocco, di levante, ed è distante dal mare; quindi scarseggia di pioggia. È osservabile che a Venezia, a Chiozza, nel Polesine, luoghi sul mare o molto vicini, vi piove rispettivamente assai poco. La cagione sembra questa, che essendo luoghi molto aperti, senza verun appoggio di montagne, i venti trasportano altrove le nuvole. Padova, per l'opposizione de' monti Euganei e Berici, i quali benchè non molto elevati fermano in parte il corso delle nuvole, può avere quella copia maggiore di pioggia che vi si osserva. » Peccato che, al padre della meteorologia tra noi, non sia bastata la vita per coordinare e compiere la storia meteorologica dell'Italia che si era prefisso di dare a questa nostra patria comune!

Questi ristretti e queste conclusioni non riusciranno discare, io lo spero, a coloro ch'ebbero a leggere ne' trattati di meteorologia: « L'Italia presenta in quanto alle relazioni delle piogge, molte anomalie locali, che però non si possono qui esaminare per mancanza di sufficienti osservazioni. » (Kämtz, *Cours complet de météorologie*, p. 133. Paris 1858).



APPARATO DI ROTAZIONE CONTINUA FONDATA SULLE AZIONI ATTRATTIVE E RIPULSIVE DELLE CORRENTI DI UN SOLENOIDE SU DI UNA BARRA MAGNETICA, LA QUALE POSSA MOVERSI SOLTANTO PARALLELAMENTE A SÈ STESSA; MEMORIA DI ALESSANDRO MAGRINI PROF. SUPPLENTE DI FISICA E MATEMATICA NEL REGIO COLLEGIO LONGONE.

( Letta nella tornata del R. Istituto Lombardo del 9 Agosto 1860 ).

Nello scopo di applicare le azioni attrattive e ripulsive dei solenoidi a produrre il moto rotatorio delle calamite perma-

menti, ho eseguito delle esperienze preparatorie, mirando a trovare una disposizione diversa da quelle finora praticate, che potesse rendere più agevole e più efficace il suddetto movimento.

Mi sono perciò occupato di esaminare le azioni dei solenoidi in varie guise coordinati su di una barra magnetica verticale  $sn$  (*Tav. III. fig. 1.*), infissa pel suo mezzo  $m$  ad una delle estremità di un'asta orizzontale  $mp$ . Questa può ruotare intorno ad un perno verticale  $kh$ , che la sostiene equilibrata mediante un contrappeso  $p$ . Così l'asse magnetico  $smn$  della barra non può muoversi che parallelamente a sè stesso, descrivendo una superficie cilindrica  $tsnw$ .

Da numerose esperienze fui condotto a due principali risultamenti, che si possono considerare come i principj di fatto su cui si fonda l'apparato girante, col quale sembrami avere raggiunto lo scopo prefisso.

Questi due fatti sono i seguenti :

1°. Se due solenoidi  $ab$ ,  $cd$  (*fig. 2.*), destrorso o sinistrorso (formati per maggior semplicità con un solo filo), vengono posti alla distanza  $bc$ , l'uno sul prolungamento dell'altro, e se, in corrispondenza dell'intervallo che li separa, ma fuori di esso (come lo mostra la proiezione  $\alpha$ ), si presenta la metà inferiore  $mn$  della barra, questa (avendo il polo *nord* in basso) si muove nel senso della freccia  $\delta\gamma$ , tostochè la corrente percorre nel senso delle frecce  $x$ ,  $y$  i due solenoidi, che nella figura sono destrorso; ma si muoverà in senso opposto se la corrente circolerà in senso opposto, o se i solenoidi saranno sinistrorso (1).

(1) Prendendo per guida la ipotesi di Ampère sulla costituzione della calamita, cioè considerando un solenoide come una calamita, riesce semplicissima la spiegazione del movimento osservato nella barra magnetica, e che abbiamo assunto come primo fatto sperimentale (*fig. 2.*). Infatti, giusta la ipotesi di Ampère, in un solenoide destrorso il polo *nord* trovandosi dalla parte ove esce la corrente, e il polo *sud* dalla parte ove entra, avremo in  $b$  il polo *sud* del solenoide  $ab$ , e in  $c$  il polo *nord* del solenoide  $cd$ , per cui il polo *nord* della barra magnetica  $sn$  verrà attratto dal polo *sud* del solenoide  $ab$ , respinto dal polo *nord* del solenoide  $cd$ , cospirando così l'una e l'altra azione a produrre, anche secondo il punto di vista teorico d'Ampère, il movimento della barra (giusta la disposizione della figura 2.) nella direzione indicata dalla freccia  $\delta\gamma$ .

2°. Riunendo i due solenoidi in modo da formare un solo solenoide destrorso  $ad$ , e situando la barra magnetica nel modo indicato prospetticamente dalla figura 3., la quale lo mostra anche in icnografia mediante la proiezione  $\alpha$ , e facendo circolare ancora la corrente nel senso delle frecce  $x, y$ , la barra verrà spinta secondo la freccia  $\delta\gamma$ , cioè in direzione opposta a quella del caso antecedente; facendo circolare la corrente in senso opposto, o impiegando due solenoidi sinistrorso, il movimento della barra si effettua in senso opposto. (*Vedi la nota in fine del presente Articolo*).

Dalla considerazione di questi due principj sperimentali fui condotto a conchiudere, che se tre solenoidi, alternativamente destrorso e sinistrorso, pur formati collo stesso filo, vengano posti contiguamente l'uno in seguito all'altro, deve la barra venir sollecitata da una somma (1) di azioni.

Disponendo infatti i tre solenoidi nel modo ora additato, e come lo mostra la figura 4., cioè tenendo esterni i solenoidi destrorso  $ab$  e  $cd$ , e interno il sinistrorso  $bc$ , e facendo circolare in essi la corrente nel senso delle frecce  $x, y$ , la barra magnetica, situata come nella figura precedente, si muove nel senso della freccia  $\delta\gamma$ , con un'intensità maggiore che non l'avesse nel caso della figura 2. o nel caso della figura 3.

È poi facile rendersi conto di tal somma di effetti, pensando che nella figura 4. il solenoide  $bc$  è sinistrorso, mentre che nella figura 3. l' $ad$  è destrorso, per cui, in virtù appunto della disposizione della figura 4., le azioni della figura 2. devono aggiungersi a quelle della figura 3.

Giunto a questo risultato, compresi essere evidente, che, unendo successivamente e contiguamente un numero pari di solenoidi (io ne usai sempre 8), formati con un solo filo, e alternativamente destrorso e sinistrorso, poi incurvati così, che, ravvicinato il primo all'ultimo, costituiscano come un anello (*fig. 5.*), ed equilibrando su di un perno  $k$  un sistema di tante barre magnetiche quanti sono i solenoidi, ma coi poli alterna-

(1) Crediamo di poter usare della parola *somma* a motivo della grandissima velocità della corrente elettrica, che rende sensibilmente contemporanee quelle azioni che in realtà sono successive.

ti, sicchè ogni polo *nord* prospetti un solenoide sinistrorso, p. es. *ab*, *cd*, *ef*, ec., ed ogni polo *sud* un solenoide destrorso, p. es. *ah*, *gf*, *ed*, ec., si dovesse ottenere una forza di rotazione tante volte più intensa di quella sviluppata mediante la disposizione della figura 4. quanto è il numero delle barre.

È infatti evidente che in rispetto ad ogni barra si ha una somma d'azioni come nella figura 4; giacchè considerando, p. es. la barra che sta di fronte al solenoide sinistrorso *ab*, e che ha il polo *nord* in basso, si vede che questo solenoide è frapposto ai due solenoidi destrorso *ah* e *bc*, mentre invece la barra che sta di contro al solenoide destrorso *ah*, e che ha il polo *sud* in basso, è frapposta ai due solenoidi sinistrorso *ab* ed *ag*, e così analogamente circa alle altre barre; talchè infine ogni calamita viene spinta nella stessa direzione, espressa dalla freccia  $\delta\gamma$ , qualora la corrente circoli nel senso delle frecce  $x, y$ .

Finalmente riuscii ad ottenere un novello e notevole aumento nella intensità della forza rotatoria, coll'impiego di un secondo sistema di solenoidi disposti come i primi, e costituenti un secondo anello concentrico al primo. I solenoidi del nuovo anello sono dello stesso numero di quelli costituenti il precedente, e si corrispondono perfettamente, sinistrorso a sinistrorso, destrorso a destrorso.

Con tale sistema di duplice ordine di solenoidi, si può mettere in moto un numero di barre triplo di quello considerato nel caso della figura 5., rendendosi più che tripla la forza rotatoria, giacchè le sole barre situate nel vano anulare esistente fra i due anelli concentrici, ricevono una spinta doppia di quella da cui sarebbero sollecitate nel caso di un solo ordine di solenoidi, come nella figura 5.

Dalla figura 6., la quale rappresenta una sezione parziale della disposizione di cui ora parliamo, facilmente si rileva come, disponendo nello stesso ordine sopra un solo raggio tre barre, p. es., coi poli *nord* in basso, e facendo circolare la corrente come le frecce lo indicano, tutto debba cospirare a far muovere il sistema secondo la freccia  $\delta\gamma$ .

Se l'apparato ha dimensioni piccole, conviene omettere l'ordine di barre più vicino all'asse di rotazione, onde non creare inutili difficoltà alla sua costruzione.



Raggiunto lo scopo di accumulare azioni cospiranti ad un impulso rotatorio, mi rimaneva ancora di trovare il modo di produrre la rotazione continua. Infatti è chiaro che, percorso dal sistema girante un arco  $\frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$ , essendo 8 il numero di solenoidi costituenti un anello, e venute le barre dirimpetto ai contigui successivi solenoidi, si sviluppa una spinta totale, eguale ma contraria al movimento precedente, che ben presto lo estingue dopo varie oscillazioni, ponendosi infine il sistema in equilibrio, ciascuna barra in cospetto ad una linea di separazione fra due solenoidi vicini. Per ottenere la rotazione continua occorre pertanto immaginare un commutatore, che venisse posto in azione dallo stesso sistema girante, acciocchè venendo cangiata la direzione della corrente al principio d'ogni solenoide, nel momento appunto che vi giunge la barra, possa su questa ottenersi una spinta continuamente agente nello stesso senso.

La figura 7. mostra in qual modo io sia riuscito a costruire siffatto commutatore.

I due elettrodi  $ah, bk$  della pila, giunti alle morsette  $h, k$ , si bipartono ciascuno in due fili; il primo nei fili  $hm, hn$ , il secondo nei fili  $kp, kq$ . Ciascuno di questi quattro fili termina, per di sotto al disco  $tv$ , con quattro appendici metalliche ben raschiate, e rese mobili, mediante uncini ed occhietti, a guisa di pendoli. Per facilitarne la descrizione, chiamerò rispettivamente  $mm, nn, pp, qq$ , i quattro pendolini costituenti le appendici dei quattro fili  $hm, hn, kp, kq$ .

I due capi  $fg, el$  del sistema anulare di solenoidi (per maggior chiarezza nella figura 7. si suppone un solo anello), giunti alle morsette  $i, w$ , si bipartono ciascuno rispettivamente nei due fili  $i3, i4$  il primo, e  $w1, w2$  il secondo, terminando anch'essi al disotto del disco  $tv$ , nelle quattro appendici o pendoli  $33, 44, 11, 22$ , costituite come le quattro di cui sopra. L'asse  $ox$  di rotazione del sistema delle barre porta due braccia  $\alpha\beta, \alpha'\beta'$ , disposte in un medesimo piano perpendicolare all'asse stesso, costituite da due pezzi di filo di rame, isolati l'un dall'altro e terminati ad uncino in modo, che possano afferrare sicuramente qualunque dei pendolini nell'atto che li toccano.

Questi pendolini vengono presi quattro per volta al tempo stesso, uno sì uno no, e parimenti vengono ad un tempo abbandonati dagli uncini nell'istante in cui questi stanno per toccare, e quindi afferrare, gli altri quattro pendolini.

È assai facile, in pratica, regolare la lunghezza dei pendolini e la posizione della croce (facendola ruotare intorno all'asse  $ox$ , a cui è fissata per forte attrito), in modo che le ora descritte fasi di movimento avvengano colla necessaria precisione.

I quattro pendolini vengono successivamente afferrati e abbandonati dagli uncini  $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$ , dopo il principio e prima della fine del solenoide rispettivo che le barre stanno percorrendo, per cui il sistema muovesi per inerzia nei brevi istanti durante i quali le barre varcano i confini tra l'uno e l'altro solenoide.

Ora, colla scorta della figura 7, sarà facile riconoscere l'opportunità dell'ora descritto congegno, quale commutatore per inviare la corrente nel sistema dei solenoidi, alternativa-mente, o per la via  $wle$ , o per la via  $igf$ .

E invero, secondo l'attuale disposizione della figura 7, la corrente, uscendo dalla pila, non può percorrere che la via  $ak, mm, 33, igf$ , onde introdursi nei solenoidi, e la via  $el, w, 11, pp, kb$ , per rientrare nella pila dopo averli percorsi.

Effettuandosi intanto la rotazione, verranno poi abbandonati i quattro pendolini  $mm, 11, 33, pp$ , e afferrati tosto gli altri quattro  $qq, nn, 44, 22$ , che nella figura sono verticali in riposo, e in tal caso la corrente entrerà nei solenoidi per l'unica via  $aknn, 22, wle$ , uscendone per l'altra parimente unica  $fgi, 44, qq, kb$ , per la quale rientra nella pila. Tutto ciò riuscirà evidente qualora si immagini, che nella nuova posizione l'uncino  $\beta'$  deve toccare e afferrare l'estremo  $n$ , avendo lasciato libero e verticale il pendolino 11; l'uncino  $\alpha$  deve toccare e afferrare l'estremo  $q$ , avendo lasciato libero e verticale il pendolino  $mm$ ; e così di seguito cogli altri. Giusta la disposizione della figura 7, il senso della rotazione è quello della freccia  $y$ .

Quando l'apparato girante non sia destinato a vincere qualche resistenza, e ad assumere quindi dimensioni maggiori che

lo rendano più potente, è preferibile renderne più semplice la costruzione, sostituendo al commutatore un interrompitore. Con questo, la corrente percorre il sistema dei solenoidi sempre nello stesso senso, ma non circola che per intervalli di tempo lasciando che il sistema ruoti per inerzia finchè le barre magnetiche oltrepassino i solenoidi che produrrebbero la spinta contraria. La figura 8 fa conoscere la disposizione dell'interrompitore, e lo mostra appunto nell'atto che interrompe la corrente. Come è facile riconoscere dalla sola ispezione della figura, la corrente circola se il pendolino *cc* tocca l'uncino *h*, giacchè allora essa può percorrere la via *abc h k l m n*, che forma parte del circuito medesimo, in cui trovansi i solenoidi e la pila; ma se l'uncino  $\alpha$  lo afferra (e notiamo che coll'interrompitore le braccia  $\alpha\beta$ ,  $\alpha'\beta'$  non hanno verun ufficio di conduttori), è interrotto il circuito, e la corrente cessa. Regolando opportunamente, come nel caso del commutatore, la posizione della croce e la lunghezza del pendolino *cc*, si ottiene la necessaria precisione pel tempo della corrente e della sua interruzione, per il che l'apparato prende un continuo moto di rotazione.

Al modellino costruito assai bene dal valente meccanico Dell'Acqua, ad onta delle difficoltà di un primo tentativo, è appunto applicato l'interrompitore. Questo apparatino, il cui maggiore anello ha il diametro interno di circa 7 centimetri, non ha che un solo strato di filo piuttosto grosso, e due soli giri di calamite da bussola, lunghe circa 8 centimetri; pur tuttavia con una assai debole corrente di Daniel prende un veloce moto rotatorio, e si sente una spinta non indifferente contro il dito che impedisce la rotazione. Tutto mi conduce quindi a pensare che, formando i solenoidi di due o tre strati di filo d'un diametro un po' minore, ampliando le dimensioni dell'apparato, impiegando quindi calamite più poderose, e finalmente applicando il commutatore sopra descritto, si potrà sviluppare una forza rotatoria assai energica, e forse maggiore che non siasi finora ottenuta, almeno con una sola coppia di Daniel, e senza l'impiego di elettro-calamite.

Concluderò osservando, come si potrebbero applicare all'apparati altri due ordini di solenoidi in corrispondenza alle

porzioni libere superiori delle calamite, in modo da costituire due nuovi anelli concentrici, rispettivamente eguali ai due precedenti inferiori. Con ciò sopra ogni calamita dell'ordine intermedio agirebbero dodici solenoidi, sei inferiori e sei superiori, mentre su ogni calamita, sia dell'ordine più interno, sia dell'ordine esterno, agirebbero sei solenoidi, tre inferiori e tre superiori. Tutti i trentadue solenoidi devono evidentemente essere così disposti, che le proiezioni orizzontali dei solenoidi superiori debbano confondersi con quelle dei solenoidi inferiori. Il senso poi della corrente nei due ordini superiori di solenoidi deve essere opposto a quello che esso ha nei solenoidi inferiori, in modo che ciascuna metà di calamita è percorsa da correnti verticali di direzione contraria (Vedi l'osservazione 4 nella nota qui appresso). Sembrami che, mediante questo aumento di solenoidi, ad onta della diminuzione nella intensità della corrente, cagionata dalla maggior lunghezza di filo che essa deve percorrere, debbasi tuttavia ottenere un considerevole aumento di forza rotatoria,

#### N O T A

Anche per ispiegare il secondo fatto sperimentale, si presta assai bene, a prima giunta, l'ipotesi d'Ampère sulla polarità dei solenoidi; giacchè, secondo la disposizione della figura 3., trovandosi verso  $d$  il polo sud, e verso  $a$  il polo nord del solenoide  $ad$ , deve il polo nord della barra  $s n$  venir attratto dall'estremo  $d$ , respinto dall'estremo  $a$ , movendosi con ciò la barra appunto nel senso della freccia  $\delta\gamma$ . Una tale spiegazione vale anche per solenoidi piuttosto corti, ma si presta malamente a render ragione del fenomeno, se il solenoide  $ad$  viene ridotto ad una sola spira, o, in altre parole, ad una corrente rettangolare, quale vien rappresentata dalla figura 6.

Avendo io infatti eseguiti varj sperimenti con una corrente rettangolare, mi accorsi che sonvi due posizioni nella quale essa (considerata come cortissimo solenoide) produce un movimento contraddicente a tale ipotesi. Queste due posizioni sono a dritta e a sinistra dell'asse magnetico  $s m n$  (fig. 2.), e vicine ad esso, e quando la corrente rettangolare si trova nell'una e nell'altra di esse (ed è appunto in tal caso che essa corrente potrebbe considerarsi sia come il solenoide  $ab$ , sia come il solenoide  $cd$  ridotti cortissimi, cioè alla loro prima spira prossima alla barra  $s n$ ), questa invece d'essere spinta secondo la freccia  $\delta\gamma$  della figura 2. come lo richiederebbe l'ipotesi, vien spinta secondo la freccia  $\delta\gamma$  della figura 3. Parimenti, se la detta corrente rettangolare vien trasportata in posizioni analoghe, ma più vicine all'asse magnetico, o anche dirimpetto

allo stesso, il movimento della barra si effettua ancora secondo la freccia  $\delta\gamma$  della figura 3.; ma se finalmente la corrente viene posta in posizioni più lontane, il movimento si effettua secondo la freccia  $\delta\gamma$  della figura 2. e in tal caso, potendosi ritenere di essere rientrati nella condizione della figura 2., la corrente rettangolare può di bel nuovo essere considerata come l'una o l'altro dei due solenoidi  $ab$ ,  $cd$ , a norma che si trova da quella e da questa parte dell'asse magnetico. Deducesi naturalmente da questi esperimenti, che non tutto il solenoide della figura 3. è utile al movimento indicato dalla freccia  $\delta\gamma$  di questa figura, ma che anzi le sue porzioni più lontane dalla barra lo contrariano, comportandosi esse come se fossero i due solenoidi della figura 2.

Sarà quindi vantaggioso l'accorciare il solenoide della figura 3. e formarlo di più strati di spire fitte; giacchè con ciò si diminuiscono le azioni contrarie, e si accrescono le favorevoli. L'esperimento conferma pienamente anche queste ultime conclusioni.

Per questi fatti e considerazioni mi determinai ad attribuire il movimento della barra osservato nella disposizione della figura 3. non all'azione del solenoide  $cd$ , considerato come calamita, ma piuttosto all'azione prevalente di alcune delle sue correnti verticali, quelle che si trovano più vicine alla barra. Prendendo a guida le leggi di Ampère sulle azioni reciproche delle correnti, mi studierò di convalidare questa mia ipotesi.

Immaginiamo dapprima che la barra  $sn$ , sempre disposta nelle condizioni indicate dalla figura 1., abbia dinanzi a sé una corrente verticale  $AD$  (fig. 9.) che la percorra da un capo all'altro. Dico che verun movimento potrà effettuarsi nella barra. Infatti, considerando una calamita come un solenoide, ed immaginando il polo nord in basso, la figura 9. mostra intanto mediante le frecce la direzione delle correnti della calamita le più vicine alla corrente  $AD$ . Ma giusta la legge di Oersted, la calamita tende a ruotare intorno al suo centro di gravità col polo nord alla sinistra della corrente. Ora l'azione totale esercitata sulla calamita, e che tende a produrre questa rotazione, può concepirsi ridotta a due coppie. L'una (fig. 9.)  $F, F'$ , applicata all'estremità  $A, B$ , della linea neutra, l'altra  $f, f'$ , applicata ai punti estremi  $S, N$  dell'asse magnetico. La prima coppia, che è la più intensa e alla cui azione prevalente è dovuto il movimento effettivo, può considerarsi la risultante di tutte le impulsioni rotatorie che la corrente verticale  $AD$  esercita sulle correnti rettangolari costituenti la polarità della barra, e che sulla figura 9. sono disegnate in parte mediante le frecce  $\alpha\beta$ ,  $\alpha'\beta'$ , ec.

La seconda coppia  $f, f'$ , la meno intensa e che tende a contrariare l'effetto dell'altra coppia, può considerarsi la risultante delle azioni che ciascuna metà  $A m$ ,  $m D$  di corrente verticale esercita sulle correnti orizzontali della barra che non le sono dirimpetto, così, p. es., la forza  $f$  è la risultante delle azioni che la metà corrente  $D m$  esercita sulle correnti orizzontali  $\alpha\beta$ ,  $\alpha'\beta'$ ,  $\alpha''\beta''$  ec., in rispetto alle quali essa si scosta, ed esercita quindi sulle stesse (secondo la teoria d'Ampère) una spinta in senso opposto e parallelamente alla loro direzione, come l'indica la frec-

sia  $f$  (fig. 9.). Analogamente, la forza  $f'$  è la risultante delle azioni esercitate dalla metà della corrente  $m A$  sulle correnti  $\lambda k$ ,  $\lambda' k'$ ,  $\lambda'' k''$ , ec., in rispetto alle quali essa si avvicina, ed esercita perciò sulle stesse una spinta nel loro senso, e parallelamente alla loro direzione. Ora ciascuna delle dette due coppie  $F$ ,  $F'$ ,  $f$ ,  $f'$ , tende evidentemente a far concepire alla barra un moto rotatorio intorno al suo mezzo  $m$ : se non che, a motivo della connessione rigida tra la barra e l'asta orizzontale  $p m$  (fig. 1.), qualunque moto rotatorio verrà annichilito, e la barra rimarrà immobile, come si era dichiarato.

Supponiamo ora che la corrente  $A D$  (fig. 10.) non giunga che fino al mezzo  $m$  della barra. Sussisterà ancora la coppia  $F$ ,  $F'$  (la cui intensità sarà diminuita della metà, a motivo della mancanza di una metà di corrente verticale), ma il suo effetto sarà tuttavia neutralizzato sulla barra, a motivo della suddetta rigidità. Se non che in questo secondo caso, delle due forze  $f$ ,  $f'$ , costituenti la coppia  $f$ ,  $f'$  del caso antecedente, non esiste evidentemente che la sola  $f$ , la quale ha tal direzione da poter imprimere alla barra (e questa volta a motivo della rigidità stessa) il movimento nel senso indicato dalla figura 3., che è quanto si voleva dimostrare.

Prima di terminare faremo quattro osservazioni: 1. Tra le azioni costituenti sia la forza  $f$  sia la  $f'$ , non possono far parte le azioni esercitate dalle due metà  $A m$  ed  $m D$  della corrente  $A D$ , sulle correnti orizzontali della barra che loro sono dirimpetto, giacchè esse si elidono: infatti è evidente, che mentre la corrente 1 2 si avvicina rispetto alla corrente  $\alpha \beta$ , la stessa corrente 1 2 invece si allontana rispetto alla corrente  $\alpha' \beta'$ , per cui la corrente 1 2 spinge da destra a sinistra la corrente  $\alpha \beta$ , e da sinistra a destra la corrente  $\alpha' \beta'$ , lo stesso avendo luogo per le altre correnti susseguenti  $\alpha'' \beta''$ ,  $\alpha''' \beta'''$  ec., cioè venendo sempre spinte alternativamente l'una a destra, l'altra a sinistra, dovrà essere nullo l'effetto della corrente verticale  $A D$  sulle correnti orizzontali della barra che stanno rimpetto ad essa; che è quanto erasi dichiarato.

2. Ho riconosciuto coll'esperienza, che le correnti orizzontali superiori del solenoidi contrariano l'azione delle correnti verticali testè considerate, ciò che vien parimenti confermato dalla teoria d'Ampère; ma oltre che il loro effetto è in massima parte neutralizzato dalle correnti opposte orizzontali inferiori del solenoidi stessi, avviene altresì che, a motivo della minore lunghezza che esse hanno rispetto alle correnti verticali suddette, sono meno attive di queste, il che riconobbi pure coll'esperienza.

3. Il movimento della barra, quale è rappresentato dalla figura 3., e personificando le correnti al modo d'Ampère, può formolarsi così: la barra si muove alla sinistra o alla destra delle correnti verticali che scorrono lungo una metà di essa, secondo che queste prospettano il polo nord o il polo sud della stessa.

4. Nel caso s'avesse un secondo sistema di correnti verticali superiori, in modo che la metà superiore  $m S$  di calamita (fig. 10.) fosse percorsa da una corrente discendente, contraria quindi alla ascendente  $A D$ , è fa-

che riconoscere che ne trae origine una nuova forza, applicata all'estremo inferiore della barra, che cospira colla  $f'$  a produrre il voluto movimento. Se non che inoltre nasce una nuova coppia, che tende a produrre nella calamita un moto rotatorio intorno al suo mezzo  $m$ , in senso opposto al moto rotatorio che sarebbe generato dalla coppia  $F, F'$ : laonde si può asserire, che in tali condizioni avvi tendenza alla neutralizzazione d'ogni moto rotatorio della calamita intorno al suo mezzo  $m$ . Questi fenomeni si possono facilmente verificare mediante calamite galleggianti.



SUI MOVIMENTI CHE SI PRODUCONO NEI METALLI LIQUIDI E NEGLI  
ELETTROLITI TRAVERSATI DALLA CORRENTE; G. GORE.

(*Archives des sciences physiques et naturelles*, 20 Août 1880).

Traduzione.

Allorquando si versi dell'acido solforico allungato sopra un globetto di mercurio e s'immergano nell'acido ai due lati del globetto due fili di platino comunicanti coi poli di una pila, si manifestano, come tutti sanno, dei movimenti nel liquido; il mercurio si distende verso l'elettrode negativo, e si osserva una corrente continua del liquido elettrolitico diretta dall'elettrode negativo verso il positivo. Questa esperienza, conosciuta da lungo tempo, può essere modificata in modo da presentare svariati fenomeni di movimento. Il sig. Gore ha voluto stabilire in primo luogo le condizioni necessarie alla produzione di questi movimenti, ed ha scoperto che non è possibile di constatarli che solo allorquando s'impieghino da un lato un metallo allo stato liquido e dall'altro un'elettrolite.

Col bismuto o con lo stagno fuso ricoperto di uno strato di cloruro di zinco, si ottiene una corrente meccanica nell'elettrolite diretta dall'elettrode negativo verso il positivo; la corrente è diretta in senso contrario col cadmio e col cianuro

di potassio. Facendo fondere successivamente del cadmio, del piombo e delle leghe fusibili, e collocando sulle loro superfici dei frammenti di cianuro di potassio che vi si fondevano immediatamente, è stato osservato un movimento di propulsione dell'elettrolite intorno all'elettrodo positivo nel momento in cui si operava il contatto, l'elettrodo negativo essendo in comunicazione permanente col metallo.

Il sig. Gore ha fatto un gran numero di esperienze col mercurio, ch'egli impiegava sotto forma di un globetto collocato al centro di un cristallo di orologio; vi si versa un liquido elettrolitico sintonochè giunga a livello della superficie superiore del globetto e si spande al disopra un poco di polvere di carbone per agevolare l'osservazione dei movimenti; gli elettrodi sono fili di platino. Si può far passare la corrente attraverso i due liquidi in tre modi differenti. 1° L'elettrodo negativo a contatto col mercurio e l'elettrodo positivo non immerso che nell'elettrolite; 2° La disposizione è l'inversa della precedente; 3° nessuno dei due elettrodi tocca il mercurio. I movimenti che si producono nei due liquidi sono sempre reciproci, vale a dire il mercurio e l'elettrolite sovrapposto si muovono in senso contrario. Il sig. Gore osservava in generale il movimento dell'elettrolite, e lo designava flusso positivo quando era diretto dall'elettrodo positivo verso il negativo, e flusso negativo nel caso contrario.

Sperimentando col terzo metodo, avviene in certi casi che l'elettrolite si muova come respinto dai due elettrodi e non si vede allora manifestarsi alcun movimento sulla superficie di mercurio; soltanto il globetto si deforma e si allunga verso i due fili di platino. Questo fenomeno ha luogo col solfato di potassa.

Varii altri elettroliti sono stati impiegati: acidi minerali ed organici, alcali, sali ec. In generale tutti gli elettroliti sono atti alla produzione di questi movimenti: se non che questi si manifestano meglio con l'acido solforico e i cianuri alcalini disciolti nell'acqua; invece i sali di cromo, di urano, di magnesio danno risultati meno caratterizzati.

Primo metodo. Il flusso è stato trovato generalmente positivo. Coi sali alcalini il movimento diminuisce prontamente



di velocità; è probabile, a parere dell'Autore, che il metallo alcalino combinandosi col mercurio, privi il globetto della sua mobilità. Con l'acido solforico allungato, il movimento ha persistito per più di sei ore senza indebolirsi sensibilmente. La pila adoperata si componeva di dieci piccoli elementi di Smée.

Secondo metodo. I movimenti non durano che poco tempo, poichè si forma intorno al globetto di mercurio una pellicola di ossido che distrugge la sua mobilità. Nondimeno con una pila di 70 piccoli elementi di Smée e non stabilendo la corrente che per qualche istante, è stato sempre possibile di determinare nel mercurio un movimento, la cui direzione era bene constatata; nella maggioranza dei casi questo movimento era positivo, per cui il sig. Gore ha concluso che nell'elettrolite avveniva un flusso negativo.

Con qualche elettrolite solamente, con sali alcalini, con l'acido nitrico modicamente allungato, un flusso negativo è stato effettivamente constatato.

Terzo metodo. Tutti gli alcali e certi sali alcalini e un gran numero di sali neutri un flusso positivo e un flusso negativo si producono ad un tempo a partire dai due elettrodi.

I sali neutri, molti sali acidi e quasi tutti gli acidi minerali o organici danno un flusso negativo.

La direzione del flusso è in certi casi modificata temporariamente dalla combinazione di un elemento dell'elettrolite col mercurio. Anche impiegando il primo metodo, si può ottenere un flusso negativo se siasi cominciato dal disporre gli elettrodi come lo sono col secondo metodo e che siasi lasciata passare la corrente per qualche istante; dieci secondi bastano; questo flusso negativo cessa dopo un tempo brevissimo e tosto il flusso diviene positivo. Questa temporaria inversione avviene allorchè s'impieghino l'acido nitrico, i nitrati alcalini e i nitrati di zinco, di piombo, di cobalto e di rame; ma essi non si producono altrimenti se s'impieghino delle dissoluzioni acquose di alcali, di carbonati, di cloruri, di bromuri alcalini. Analogamente si può cangiare temporariamente la direzione del flusso nel secondo metodo; ed è notevole che in questo caso l'esperienza riesce precisamente con quegli elettroliti, i quali non fanno sussistere un tal cangiamento, nel caso precedente. Fi-

nalmente allorquando si esperimenti secondo il terzo metodo, il medesimo processo permette di aumentare il flusso positivo in modo di far sparire il flusso negativo, combinando preventivamente col mercurio un metallo alcalino o anche un metallo ossidabile, per es. lo zinco, il ferro, il rame. L'inverso non ha luogo ossidando il globetto di mercurio, e ciò forse perchè la pellicola di ossido che si forma ne distrugge la fluidità.

Il sig. Gore si è assicurato, come l'aveva già fatto Herschel, che il magnetismo non ha alcuna influenza nei movimenti ch'egli ha osservato, da cui risulta che non si può attribuirli ad un'azione elettro-dinamica. La direzione della corrente è quella che determina in ogni caso la direzione del flusso; cambiando la prima, anche la seconda s'inverte; basta però tener conto delle inversioni temporarie di cui si è parlato. Questi fenomeni non subiscono notabile influenza nè dalla massa del mercurio, nè da quella dell'elettrolite. Gli elettrodi non vi esercitano veruna azione e l'Autore se ne è assicurato allontanandoli anche di molto dal globetto di mercurio; il movimento non succederà che in vicinanza del mercurio. Il sig. Gore riconoscerebbe la causa di queste correnti meccaniche nell'attrazione reciproca che si esercita tra il mercurio e gli elementi elettro-positivi ed elettro-negativi degli elettrodi, ma egli non è di avviso che si debbano attribuire alla dissoluzione di questi elementi nel mercurio, e fonda il suo concetto sul fatto che un flusso ben caratterizzato si manifesta allorquando l'idrogeno si sviluppa sul mercurio. Rincresce che il sig. Gore non faccia menzione delle ricerche di Nobili su questo soggetto. Nobili infatti ha mostrato (1) che i movimenti del mercurio hanno luogo generalmente nelle condizioni che sono necessarie alla produzione delle apparenze elettro-chimiche, basta di sostituire alla lamina di metallo una superficie di mercurio, perchè delle correnti centrifughe si manifestino tosto a partire dai due punti collocati immediatamente al disotto dei due punti di platino che servono di elettrodi ed una specialmente nell'interno di contorni ovali, che sogliono limitare le immagini elettro-chimiche. Questa coincidenza mostra che i movimenti in

(1) *Biblioteca Univ. tom. xxxv, pag. 261.*

quistione sono effetti secondarii della corrente dovuta al depositarsi degli elementi dell'elettrolite sulla superficie liquida del mercurio.

Secondo Nobili, il movimento si produce unicamente nel mercurio e i liquidi sovrapposti ad esso non fanno che seguirlo più o meno passivamente; invece secondo il sig. Gore i movimenti del mercurio e dell'elettrolite sono sempre diretti in senso contrario. — Ciò sarebbe un punto importante a verificarsi facendo variare la disposizione dell'esperienza, che deve avere considerevole influenza nei movimenti relativi dei due liquidi. Nobili aveva già trovato che il deposito nel mercurio di un metallo alcalino favorisce la produzione delle correnti che partono dall'elettrodo negativo, ed è facile di vedere che questa direzione del movimento nel mercurio corrisponde al flusso positivo nell'elettrodo osservato dal sig. Gore.



#### TEORIA CHIMICA DELLA NITRIFICAZIONE ; DI MILLON.

(*Comptes Rendus*, 8 Ottobre 1860).

L'Autore ha nelle sue precedenti ricerche mostrato che il processo della nitrificazione dipende dalla temperatura elevata alla quale il suolo e l'atmosfera si mantengono per diversi mesi dell'anno; in queste condizioni il nitro si forma sempre regolarmente tutte le volte che sono in presenza un prodotto dell'*humus* un sale ammoniacale e un miscuglio di carbonati alcalini e terrosi. Bisogna in oltre che la massa solida formata da questi materiali sia imbevuta d'acqua e abbia il contatto dell'ossigeno. Queste circostanze sono così ben definite che un terreno che manchi o dell'alcali o dell'ammoniaca o dell'acido ulmico non produce nitro, mentre lo produce subito aggiungendo quello dei tre elementi che mancava. Evidentemente di questi tre elementi quello di cui bisogna spiegare l'azione è l'*humus*. Ecco come l'azione di questo corpo si spiega. L'ul-

L'ulmato alcalino che si produce nel miscuglio dei materiali suddetti assorbe energicamente l'ossigene dell'aria ed è questa azione dell'acido ulmico che cagiona l'ossidazione dell'ammoniaca. È un' influenza di presenza di cui si giungerà in seguito a definire meglio la natura; ma il fatto è che ossidandosi l'humus si ossida l'ammoniaca e si forma acido nitrico.

L'Autore appoggia questa teoria della nitrificazione coll'esempio di tre altri corpi molto diversi fra loro e che sono atti ugualmente a nitrificare l'ammoniaca.

Uno di questi corpi è il fosforo, che messo in parte in contatto di acqua leggermente ammoniacale e in parte in contatto dell'aria brucia producendo nel tempo stesso dell'acido nitrico. Il rame metallico, come sarebbe il rame in laminette sottili ottenuto colla torsitura, immerso in parte nell'ammoniaca dà luogo alla produzione dell'acido nitrico.

Anche il ferro, benchè più lentamente, produce l'ossidazione dell'ammoniaca. Oltre alle sostanze molto varie che trascinano in qualche modo altri corpi ad ossidarsi, bisogna notare che anche il corpo così ossidato non è solamente l'ammoniaca; si sa che immergendo un cilindro di fosforo in una soluzione incolore di un sale di manganese, la soluzione non tarda a prendere un bel colore violetto.

Questi fatti che gettano molta luce sulla teoria della nitrificazione hanno la loro prima origine nelle ben note e originali esperienze di Schonbein.



#### NUOVE ESPERIENZE RELATIVE ALLE GENERAZIONI COSÌ DETTE SPONTANEE; DI PASTEUR.

(*Comptes Rendus*, Septembre 1860).

Gay-Lussac in un celebre lavoro sul metodo di conservazione d'Appert, diceva che analizzando l'aria delle bottiglie in  
Vol. XII.

cui le sostanze animali e vegetabili erano state ben conservate, non si trovava ossigene e che la mancanza di questo gas era la condizione necessaria per la conservazione di queste sostanze. In questa occasione Gay-Lussac riferiva la ben nota esperienza di un grano d' uva che non fermenta se è rotto sotto il mercurio, fino a che la presenza di una quantità piccolissima di ossigene non è intervenuta. Queste esperienze, che non hanno secondo l' Autore, che un' esattezza relativa, sono state applicate alla produzione degli infusorj e oggi tanto i partigiani, che gli oppositori delle generazioni spontanee ammettono che una piccola quantità d' aria basta per eccitare in certi liquidi la nascita degli infusorj. Onde allontanare l' idea della generazione spontanea si è avuto perciò la cura di evitare il contatto dell' ossigene, di calcinar l' aria, e quando queste precauzioni non sono bastate si è accusato lo sperimentatore di non aver saputo evitare l' introduzione di una quantità anche piccolissima d' aria. Questo essendo, i partigiani delle generazioni spontanee hanno opposto che se una piccolissima quantità d' aria basta per produrre tanti infusorj, se questi infusorj non si generano spontaneamente, bisogna ammettere secondo l' espressione di M<sup>r</sup>. Pouchet che l' aria è piena dei germi e di materia organica. Per rispondere a questa obiezione Pasteur fece le esperienze seguenti:

In una serie di palloni di 250 centimetri cubici è introdotto per un terzo del volume lo stesso liquido putrescibile che è acqua albuminosa zuccherata, lavatura del lievito di birra, ec. L' Autore tira il collo dei palloni alla lampada, fa bollire il liquido e chiude il pallone durante l' ebullizione. Il vuoto che così si forma, permette che al rompere della punta s' introduca nel pallone l' aria che si vuole: questo fatto, il collo del pallone è chiuso di nuovo colla lampada e il pallone è messo in una stufa a 25° o 30° cioè, nelle condizioni migliori per lo sviluppo degli infusorj.

Facendo queste esperienze colla esattezza ben nota di questo Autore, fu trovato che lo sviluppo degli infusorj non era lo stesso in tutti i palloni e che le differenze dipendevano dal modo in cui era stata introdotta l' aria. Pasteur ha ripetute queste stesse esperienze nelle cantine dell' Osservatorio di Parigi avendo

cara d'impedire, per quanto si poteva, l'agitazione dell'aria, e il risultato fu che gli infusorii non si sviluppavano come si sarebbe ottenuto usando dell'aria riscaldata al color rosso prima di esser introdotta nel pallone. Da tutte queste esperienze l'Autore ha concluso che vi sono quà e là nell'aria senza nessuna continuità gli agenti della generazione spontanea e che questi agenti o germi non sono gli stessi in tutti i punti. Dopo la pioggia questi germi diminuiscono, crescono coi calori estivi e dove vi è una calma prolungata i germi spariscono.

Per spiegare le esperienze di Gay-Lussac e di Pouchet basta osservare che il mercurio è pieno di quei germi. Infatti in due esperienze di confronto mettendo in uno dei palloni un globetto di mercurio e nell'altro un globetto simile che era stato prima molto riscaldata, si ottennero gli infusorii nel primo pallone e niente nel secondo.



**DELL'ANTAGONISMO CHE ESISTE FRA LA STRICNINA E IL CURARO, O DELLA NEUTRALIZZAZIONE DEGLI EFFETTI TETANICI DELLA STRICNINA PER MEZZO DEL CURARO; DEL DOTT. VELLA DI TORINO.**

*( Comptes Rendus, Settembre 1860 ).*

L'Autore introduce nello stomaco di un cane due centigrammi di cloridrato di stricnina sciolto in 20 grammi d'acqua. Allorquando quindici minuti dopo le convulsioni cominciavano una soluzione di curaro è iniettata nella vena jugulare. Questa iniezione è continuata adagio adagio fino ad introdurre 3 centigrammi scolti in 15 grammi d'acqua. Le convulsioni cessano interamente e l'animale è salvo.

Questa esperienza fu ripetuta più volte sullo stesso animale collo stesso risultato. Al contrario gli effetti della stricnina non

furono vinti introducendo acqua pura invece della soluzione di curaro.

In un'altra serie d'esperienze l'Autore iniettava nella vena jugulare un miscuglio di due milligrammi di stricnina e di 15 milligrammi di curaro sciolti in 15 grammi d'acqua. Questo liquido era inattivo, mentre i 2 milligrammi di stricnina soli uccidevano un animale dopo dieci minuti.

L'Autore ha provato che questo risultato non si poteva estendere ad altri miscugli di quei due corpi fatti in proporzione più grandi.

L'Autore si è assicurato coll'ajuto del Prof. Piria, che la stricnina e il curaro mescolati non subivano alterazione chimica. Il curaro è dunque l'antidoto fisiologico della stricnina.



#### NOTIZIE SUI MICROSCOPII; DEL PROF. THURY.

(*Archives des Sciences Physiques et Naturelles*, 30 Août 1860).

##### Traduzione.

Allorchè il sig. Agassiz venne in Europa, egli fece conoscere a varii naturalisti la superiorità dei microscopii americani di Spencer sopra tutti quelli da lui conosciuti.

La giusta valutazione del valore degli stramenti di cui dispone il naturalista è un elemento importante della critica scientifica, e deve, sotto questo punto di vista, meritare l'attenzione del naturalista, che si propone di distinguere la verità dalla illusione e dall'errore. Questo scopo è più difficile e più delicato che a prima giunta non appare; imperocchè quasi sempre siamo tentati a confondere coi risultati dell'osservazione positiva alcun che, il quale è soltanto effetto delle nostre proprie concezioni.

Vi sono due maniere di giudicare un microscopio, coll'osservazione propria, o con quella di altri; io non dirò quale di queste due maniere sia la migliore, poichè ciò può dipendere dall'abilità dell'osservatore.

Nel nostro caso noi non abbiamo potere di scegliere, poichè non possediamo nessun microscopio di Spencer ed il sig. Agassiz temendo forse di far passare il mare al suo strumento, non l'ha portato seco.

Ecco d'altronde qualcuno dei fatti segnalati dal sig. Agassiz. Con le lenti di Spencer, si distingue chiaramente la struttura cellulare dell'involuppo corneo dell'idroidi. Esse hanno di più fatta conoscere una struttura dei grandi pori del legno di pino affatto differente da quella che si era attribuita sin qui a quegli organi. Finalmente il microscopio di Spencer offre tanta chiarezza a un ingrandimento di 2000, quanto i microscopii ordinarii ne offrono a un ingrandimento di 200 e questo progresso capitale risulta soprattutto da un perfezionamento di oculari.

Il sig. Agassiz, interrogato di nuovo in conseguenza della curiosità che aveva eccitata, ha risposto citando una Memoria del sig. James Clarke inserita nel *Giornale di Sillimann* (Luglio 1859.), Memoria in cui tra gli altri dettagli contiene la descrizione e il disegno della nuova struttura dei pori dei coniferi. — Il sig. Duby ed io abbiamo letto il lavoro del sig. Clarke ed io mi affretto a rendere conto delle riflessioni ch'esso ci ha suggerite.

Profitterò di questa occasione per dare sul microscopio alcune nozioni generali, le quali si cercano indarno nei trattati attuali di fisica.

L'Autore americano fa notare che il carattere proprio del microscopio di Spencer è il campo, ch'egli chiama campo piatto. Il campo piatto consiste in questo: che lo strumento non mostra che gli oggetti situati in un medesimo piano focale perpendicolare all'asse ottico. Tutto ciò che trovasi al di quà o al di là di questo piano, vale a dire più vicino o più lontano della lente obbiettiva, non è scorto affatto. Innalzando od abbassando l'obbiettivo, si esplorano successivamente tutti i piani interni dell'oggetto, siccome si otterrebbe da una serie infinita di sezioni parallele.



I vantaggi che offrono le lenti che separano così i campi di visione sono i seguenti :

1°. Esse permettono di riconoscere molto più facilmente la vera struttura degli oggetti, non lasciando verun dubbio sopra ciò che è al disopra o al disotto. Considerando l'oggetto nel senso della sua grossezza, esse danno in certo modo mediante successive osservazioni le tre dimensioni dell'immagine.

2°. Un secondo vantaggio non meno importante si è che in molti casi, la disseccazione può essere soppressa; l'essere vivente non mutilato, non alterato può essere veduto nelle sue parti interne e nascoste. Il signor Clarke afferma a cagione di esempio, che si distingue la midolla dorsale di pesci giovani viventi attraverso il dorso intatto di questi animali.

Il solo inconveniente che presenta la separazione dei piani focali è che la immagine non offre più in ciascun istante, un insieme; imperocchè la visione diviene parziale e successiva. Ond'è che il sig. Spencer opina, e certamente con molta ragione, che l'osservatore deve avere a sua disposizione due classi di lenti; le une aventi la proprietà anzidetta di separare i piani; le altre aventi quella di mostrare l'insieme, vale a dire di dare in ciascun'istante una certa spessezza nel senso dell'asse del microscopio.

Le condizioni ottiche di queste proprietà differenti di lenti sono conosciutissime. Perchè una lente separi il più possibile i piani di visione, è d'uopo in primo luogo ch'essa abbia un angolo grande di apertura, cioè che il pennello incidente efficace sia molto aperto; per tal modo ad una piccola distanza dal fuoco reale, la sezione trasversale del pennello è un circolo di raggio sensibile, e la sovrapposizione di tutti i circoli che rappresentano i pennelli emergenti da ciascun punto dell'oggetto distrugge la immagine, che non apparisce che al fuoco vero.

La seconda condizione per la separazione dei piani, non meno della precedente indispensabile, è che l'aberrazione longitudinale di sfericità sia perfettamente corretta. Ciò può conseguirsi per approssimazione mediante una buona combinazione di distanze e di curvature delle lenti del sistema obbiettivo; ma l'aberrazione di sfericità non potrebbe essere intieramente distrutta che con la introduzione nel sistema di una superficie

almeno, avente una forma differente dalla sferica. In questo consisterà forse il segreto del sig. Spencer.

La proprietà di separare i piani appartiene in un certo grado a tutti i microscopii; imperocchè con qualunque microscopio, per distinguere un oggetto, bisogna metterlo al punto, e se l'oggetto che si osserva è trasparente, si può sempre, in un certo grado almeno, penetrare nel suo interno.

Se si abbassa la lente affine di scorgere meglio nella profondità, la immagine delle parti superficiali impallidisce e tende a sparire e talvolta sparisce intieramente.

Tra i diversi microscopii non vi ha, sotto questo riguardo, che delle differenze di più o di meno. È sempre un buon segno, quando un microscopio separa bene i piani, imperocchè ciò prova che le aberrazioni sono bene corrette e che l'angolo di apertura è grande, ora si sa che la forza di un obbiettivo dipende soprattutto dall'angolo di apertura di cui è dotato; da quello cioè che il costruttore ha potuto dare all'intiero sistema, senza che perciò le aberrazioni vi divenissero eccessive.

L'angolo di apertura è pei microscopii, ciò che il diametro dell'obbiettivo è pei rifrattori astronomici. È il medesimo elemento, con la sola differenza che trattandosi di un refrattore, la distanza dell'oggetto essendo data, non si può aumentare l'angolo del pennello incidente senza ingrandire la lente; e la distanza dell'oggetto essendo sempre considerevole rapporto al diametro dell'obbiettivo, si può misurare senza errore sensibile l'angolo del pennello incidente, misurando la sua corda che è il diametro della lente. Quest'ultimo valore resta dunque solo a considerarsi.

Nel microscopio vi sono due risorse per aumentare l'angolo d'apertura; si può diminuire il raggio del pennello incidente, vale a dire la distanza focale; oppure aumentare la larghezza dell'obbiettivo; ma questa seconda risorsa è assai limitata, imperocchè se la lente è troppo larga relativamente alla sua distanza focale, le aberrazioni vi divengono eccessive.

La forza dello strumento dipende unicamente dal rapporto della distanza focale al diametro dell'obbiettivo, e non già dal valore assoluto di queste due quantità, il quale è, teoricamente parlando, affatto indifferente.

Nondimeno i lavori degli ottici non sono mai perfetti, e i piccoli difetti di curvatura, di centralità delle lenti, ec. possono avere più o meno influenza sull'effetto totale, ovvero possono essere più o meno evitati secondo che si sarà dato alla distanza focale del sistema un valore assoluto piuttosto che un altro. Odiernamente nello stato attuale dei mezzi tecnici di esecuzione, gli ottici si sono assicurati per esperienza che i più forti ingrandimenti si ottengono da distanze focali comprese tra uno e due millimetri, e che per ottenere la più grande facilità possibile di esecuzione compatibile con un risultato sufficiente, le distanze focali dovevano crescere a seconda che l'ingrandimento richiesto diminuiva.

Questa combinazione ha inoltre il vantaggio di permettere d'impiegare i medesimi oculari per ogni ingrandimento.

Tali sono i motivi per quali, benchè la teoria dei microscopii e quella dei cannocchiali sia la stessa e trovi la sua espressione completa nelle medesime formule, pure si ravvisa che la forza dei cannocchiali aumenta in ragione del diametro degli obbiettivi, nel mentre che quella dei microscopii diminuisce con questo diametro, almeno nel limite delle costruzioni effettive.

Non si deve però concludere da ciò che precede che un obbiettivo, il quale separi poco bene i piani sia necessariamente cattivo. Se, malgrado le aberrazioni perfettamente corrette l'obbiettivo non avesse che un angolo di apertura piccolissimo, una tale lente mostrerebbe nondimeno colla più grande nitidezza i contorni degli oggetti; esso possederebbe ciò che si chiama *finitezza*, ma sarebbe poco propria a penetrare nella struttura interna dei corpi, e benchè mostrasse più dettagli sovrapposti, vale a dire una più grande spessore di materia, mancherebbe del *potere penetrante*.

Queste distinzioni sono conosciute al giorno d'oggi da tutti i micrografi. Tutti sanno del pari che gli strumenti inglesi di Ross, di Smith e Beck, di Powell e di qualche altro costruttore, posseggono angoli grandi di apertura e separano benissimo i piani. — Le lenti di Spencer hanno sotto questo rapporto una superiorità sulle lenti inglesi? Parrebbe, stando alle osservazioni del sig. Clarke, che i tre cerchi interni dei pori dei coniferi non apparissero che successivamente mediante lo sposta-

mento della lente obbiettiva, nel mentre che con una buonissima lente di Ross di  $\frac{1}{14}$  di pollice appartenente al sig. Duby, noi abbiamo veduto i tre cerchi o per lo meno due nel medesimo tempo quantunque a dir vero lo spostamento della lente aumentasse la nitidezza di ciascuno di essi.

Ma perchè un'osservazione di questo genere potesse essere concludente bisognerebbe ch'essa venisse fatta sopra il medesimo oggetto o almeno sulla medesima specie e il medesimo organo pervenuto alla stessa età del suo sviluppo.

La possibilità di scorgere nell'interno di un essere vivente col soccorso di un microscopio di grande angolo di apertura soggiace a moltissime restrizioni. In primo luogo è d'uopo che l'oggetto sia trasparente; in secondo luogo la visione è tanto più imperfetta quanto più si penetri al disotto della superficie; ciò è inevitabile e nessuna costruzione di microscopio può fare che ciò non accada; imperocchè dal momento che un mezzo eterogeneo si trovi interposto tra il punto che si tratta di vedere e la prima superficie refrangente, questo mezzo devia i raggi disegualmente, come avverrebbe se si aggiungesse allo strumento una lente cattiva di più, cioè formata di cristallo non omogeneo. — Ora noi sappiamo che la perfetta omogeneità della materia refrangente è una condizione ugualmente necessaria tanto nei microscopii che nei refrattori astronomici.

Per tal modo con una lente conveniente si vedrà, ne conveniamo, in qualche profondità nei tessuti trasparenti, ma si vedrà male, e al di là di una certa spessezza interposta la visione diverrà affatto inutile. Quale poi sia precisamente questo limite per le lenti di Spencer, almeno in qualche caso particolare bene definito, che permetta il confronto, è appunto ciò che il sig. Clarke ci lascia intieramente ignorare.

Egli sembra, secondo la Memoria del *Sillimann journal*, che il sig. Spencer abbia ottenuto un successo reale occupandosi della soluzione di un problema che attinge ai principj che qui noi abbiamo richiamati, principj che preoccupano da molto tempo gli ottici. Allorquando fu dimostrato che la chiarezza di uno strumento e la sua forza virtuale non dipendono che dall'angolo di apertura, si ammise che doveva essere possibile, sormontando le difficoltà pratiche, di ottenere tali effetti da si-

stemi obbiettivi a lungo fuoco quanti ne offrono quelli a cortissimo fuoco, i quali s' impiegano oggi per conseguire forti ingrandimenti.

Se ciò fosse se ne trarrebbe un grande vantaggio, poichè le lenti a fuoco corto sono di un uso limitato e difficile e non permettono di osservare nell' interno dei liquidi attraverso le pareti dei vasi che li racchiudono. Sarebbe pure assai comodo di non aver bisogno di cambiare l' obbiettivo per aumentare gl' ingrandimenti e i microscopii diverrebbero meno costosi.

Gli ottici inglesi hanno già fatto dal lato dell' aumento delle distanze focali, notabili progressi, ma il sig. Spencer li avrebbe sorpassati se le osservazioni contenute nella Memoria del sig. Clarke non ammettessero restrizione veruna. Con una lente americana di un pollice di fuoco si sarebbero vedute le linee del Pleurosigma, ed un' altra lente pure americana di un quarto di pollice aveva un angolo di apertura di  $145^{\circ}$ ; ora le lenti di un quarto di pollice di Ross hanno solamente  $85^{\circ}$  di apertura.

Per servire come testo di confronto, esibisco qui una tavola delle distanze focali e degli angoli di apertura corrispondenti, delle lenti inglesi del signor Ross e delle francesi del signor Nachet.

DISTANZA FOCALE DEL SISTEMA OBIETTIVO				ANGOLO d' apertura N. e R.	INGRANDIMENTO per 25 centimetri NACHET			INGRANDIMENTO approssimativo Ross		DISANZA (del' oggetto dal primo cristallo (1))	
Num.	NACHET		Ross		I.	II.	III.	A.	D.		
	Distanza focale in millimetri		Distanza focale in millim. e N° fraz. di pollice inglese								
(7)	1,79	•	2,12	• (1/16)	130° (?) N.	688	810	1230	650	2000	0,27
(5)	3,12	•	3,17	• (1/16)	170° R.	535	462	696	420	1200	0,86
(4)	4,03	•	4,25	• (1/16)	150° R.	262	565	540	520	910	0,97
(3)	4,65	•	6,35	• (1/16)	135° R.	252	517	475	230	620	1,14
(2)	8,59	•	12,76	• (1/16)	85° R.	126	175	256	100	220	3,00
(1)	19,00	•	25,4	• (1)	65° R.	52	72	108	60	120	7,90
(0)	34,64	•	25,4	• (1)	21° R.	30	42	63	20	150	22,75
			30,8	• (2)	10° R.					60	
			30,8	• (2)	15° R.						

(1) Siavi intervallo compreso tra l' oggetto sottoposto all' osservazione e la prima superficie refrangente dello strumento. L'interposizione di una lamina aumenta un poco questa distanza, che non si deve confondere colla distanza focale.

(1) Siavi intervallo compreso tra l' oggetto sottoposto all'osservazione e la prima superficie refrangente dello strumento. L'interposizione di una lamina aumenta un poco questa distanza, che non si deve confondere colla distanza focale.

I numeri relativi al microscopio di Ross sono qui riportati conforme un catalogo di questo celebre costruttore. Gli angoli di apertura sono stati senza dubbio misurati esattamente, ma bisogna avvertire che le distanze focali espresse in frazioni di pollici inglesi non sono che approssimative e servono piuttosto a designare gli obbiettivi. Si accusano gli ottici di esagerare queste distanze (1), locchè porrebbe in isvantaggio la serie degli angoli di apertura del sig. Nachet, per costruire la qual serie tutto è stato misurato direttamente. Un microscopio di Nachet del 1855, ha servito per queste prove. Per conoscere la distanza reale di ciascun sistema obbiettivo, si è collocato il micrometro al fuoco di un oculare positivo rimpiazzando l'oculare usuale dello strumento, poi un' altro micrometro diviso nella stessa maniera al fuoco conjugato delle lenti obbiettive; si è misurata la distanza  $D$  dei due micrometri e il numero  $n$  di divisioni del micrometro oculare che una divisione del micrometro obbiettivo ricuopre. La frazione

$$\frac{D}{n + 1}$$

esprime allora la distanza focale attuale del sistema obbiettivo.

(1) « Le indicazioni degli ottici per gli obbiettivi, dice il sig. Carpenter, rappresentano ben di rado le lunghezze focali reali espresse da quelle di lenti semplici aventi il medesimo potere amplificante. Gli artisti hanno la tentazione di dirle più lunghe che non lo sono realmente, e ciò per la considerazione che se un obbiettivo avente un certo fuoco mostra un oggetto altrettanto bene quanto un altro a fuoco più corto il primo è di certo preferito. Ond'è che gli obbiettivi spacciati per  $\frac{1}{12}$  di pollice erano realmente di  $\frac{1}{16}$ , e qualche volta anche di  $\frac{1}{10}$  ».

Per sapere se io era autorizzato a trascrivere queste linee nel caso attuale, ho misurato direttamente la distanza focale dell'obbiettivo di  $\frac{1}{12}$  di pollice che Ross (padre) ha montato per il sig. Duby; essa era di  $1^{\text{mm}},847$  senza la correzione, e  $1^{\text{mm}},640$  colla correzione. Scegliendo il primo numero che sta più in favore di Ross, la differenza da  $\frac{1}{12}$  di pollice inglese ossia da  $2^{\text{mm}},116$ , è di  $0^{\text{mm}},269$ ; nel mentre che la differenza da  $\frac{1}{16}$  di pollice è soltanto  $0^{\text{mm}},250$ ; l'obbiettivo di Ross è dunque in realtà più prossimo a  $\frac{1}{16}$  che al numero da lui assegnato.

Sembra che gli ottici inglesi non si facciano scrupolo di queste piccole sorprese pel motivo che gli obbiettivi sono di maggior costo quanto più è corta la distanza focale; quindi il costruttore dà più che non promette.

Gli angoli di apertura sono stati ottenuti fissando il tubo del microscopio sull'alidada di un circolo diviso, l'obbiettivo essendo al centro del circolo. Una forte lampada collocata a 12 metri nella direzione del tubo getta sull'obbiettivo raggi sensibilmente paralleli. Si spinge allora l'alidada a destra, poi a sinistra fino al limite ove il centro dello strumento cessa di ricevere i raggi della lampada. L'intervallo angolare di questi due limiti è l'angolo di apertura dell'obbiettivo preso in considerazione.

I limiti di illuminazione, precisissimi per gli obbiettivi 0 a 5 cessano di essere tali per l'obbiettivo 7 a cagione delle riflessioni interne, ond'è che l'apertura di questo forte obbiettivo è un poco incerta. Quest'angolo non può ad ogni modo sorpassare i  $127^\circ$ , come lo mostra il confronto del diametro della lente,  $1^{\text{mm}},10$  alla distanza dell'oggetto  $0^{\text{mm}},27$ , e nondimeno l'obbiettivo riceve ancora luce sotto una incidenza molto più grande.

Intorno l'angolo di apertura delle lenti microscopiche farò qui un'osservazione importante che io debbo al sig. Leone Foucault.

Allorquando fu stabilito l'uso di scegliere come campione di prova della forza degli obbiettivi le strie, che mostra l'inviluppo siliceo dei diatomi, gli ottici misero in prima linea tutto ciò che poteva condurre alla possibilità di distinguere queste strie.

Ora le strie non esistono che di rado sull'oggetto stesso; esse sono un effetto derivato e indiretto, risultante da giuochi di luce nelle papille, o dalle depressioni simmetriche di forme svariate di cui il testo dei diatomi è adorno. La principale condizione onde si producono questi giuochi di interferenze si è che l'oggetto sia illuminato molto obliquamente, ma allora è indispensabile che l'obbiettivo possieda un grandissimo angolo di apertura affinché i raggi molto obliqui penetrino nello strumento e rendano la visione possibile. In questi casi non agisce più tutta intiera la superficie dell'obbiettivo, ma soltanto una parte del suo contorno, imperocchè se la parte centrale del cristallo esistesse sola, l'angolo di apertura sarebbe assai minore e nessun raggio sarebbe trasmesso. La regione centrale non trasmette



dunque luce affatto ed a più grande ragione la parte del contorno situata dal lato del raggio incidente.

È facile di assicurarsi della realtà di tutti questi fatti per mezzo di esperienze; basta di ricuoprire con inchiostro della china o con carta nera sottilissima poco più della metà di un forte obbiettivo.

Allorchè la porzione ricoperta è voltata dalla parte della luce incidente obliqua, si distinguono altrettanto bene gli oggetti come li si distinguerebbero con l'intero obbiettivo; ma se facendo fare al tubo un mezzo giro intorno il proprio asse si collochi la metà che è ricoperta dal lato opposto della luce incidente, il campo diviene oscuro e nessuna luce penetra nello strumento.

Potrebbe dunque accadere che per vedere il meglio possibile le strie fosse idoneo un obbiettivo che avesse un tale esagerato angolo di apertura che il contorno della lente non funzionasse così utilmente come il centro. Per la luce obliqua questa restrizione non offrirebbe, come abbiamo detto, nessun inconveniente; ma per la luce diretta, che corrisponde alla più gran parte delle osservazioni importanti, l'esagerazione dell'angolo di apertura rende inevitabilmente meno chiara la visione; imperocchè i raggi incidenti sul contorno guastano l'immagine prodotta da quelli del centro o per lo meno non la migliorano.

In questo caso vi sarebbe vantaggio a diminuire l'angolo di apertura per mezzo di un diaframma interno, ma siccome ciò produrrebbe delle difficoltà pratiche, si preferisce di restringere l'ampiezza del pennello luminoso con un diaframma posto immediatamente al disotto dell'oggetto.

Il risultato è presso a poco lo stesso; il bordo dell'oggetto resta al di fuori del pennello di luce e non contribuisce menomamente alla visione; — L'angolo di apertura si trova diminuito di fatto con vantaggio del risultato ottenuto.

Si vede ora con quali restrizioni è duopo intendere i numeri della tabella suesposta. Principalmente è necessario di distinguere:

1°. *L'angolo di apertura successivo*, vale a dire quello che si può utilizzare successivamente, impiegando ora l'una, ora

l'altra le differenti porzioni dell'obbiettivo, e questo è appunto l'angolo che viene indicato dalla nostra tabella.

2° *L'angolo di apertura simultaneo*, vale a dire quello che indica i limiti nei quali ci possiamo servire utilmente di una porzione più o meno estesa della superficie dell'obbiettivo.

È precisamente a quest'ultimo angolo che si applica tutto ciò che è stato detto precedentemente del valore intiero dell'angolo di apertura e della sua identità con l'elemento del diametro degli obbiettivi nei grandi refrattori.

Per conoscere con l'esperienza l'angolo di apertura simultaneo, bisogna restringere graduatamente con diaframmi interni l'apertura efficace dell'obbiettivo, sinchè si giunga al limite in cui un ulteriore restringimento renderebbe meno chiara la visione; si trova in seguito con i metodi ordinarii l'angolo del sistema obbiettivo così diaframmato; questo angolo è il valore cercato.

I miglioramenti che restano dunque a fare nella costruzione dei microscopii consistono soprattutto: dal lato della *forza*, nell'ingrandimento dell'angolo di apertura simultaneo: e per la facilità e la generalità dell'uso degli strumenti, nell'applicazione dei grandi angoli a lenti di lungo fuoco. Sotto questi due rapporti resta ancora molto da fare, e forse senza cangiare in nulla il sistema attuale dei microscopii, basterà una variazione nelle proporzioni e nella forma di qualcuna delle superfici per giungere a triplicare o a quadruplicare la loro forza. Con questo concetto, noi non abbiamo alcun motivo per negare *a priori* i perfezionamenti introdotti dal sig. Spencer. È una quistione puramente di fatto.

Una nuova era nei perfezionamenti del microscopio ha cominciato il giorno in cui è stato bene compreso il significato dell'angolo di apertura. Il matematico inglese Lister (1829) diede origine a quest'era, come lo svizzero Eulero (1768) fu autore dell'acromatismo. Il ritorno alle idee di Descartes per la correzione dell'aberrazione sferica caratterizzerà verosimilmente l'era nella quale entriamo.

L'ultima colonna della tabella summentovata contiene i numeri esprimanti gl'ingrandimenti.

Presi isolatamente questi numeri non hanno una grande

importanza, poichè l'ingrandimento non costituisce la misura del potere ottico, come erroneamente lo suppongono le persone non famigliari dell'uso dei microscopii, e come effettivamente sarebbe se la nitidezza dello strumento si mantenesse costante e fosse sempre uguale a quella dell'occhio.

L'idea d'ingrandimento non ha nulla di vago in sè: l'ingrandimento è il rapporto che passa tra l'angolo che sottende l'oggetto visto direttamente, e l'angolo sotto il quale questo medesimo oggetto sarebbe veduto nel microscopio.

Vi bisognano dunque due numeri per esprimere un ingrandimento; il primo indica la distanza a cui si è collocato l'oggetto per misurare l'angolo ch'esso sottende direttamente. Il primo numero è dunque l'elemento *distanza*. Il secondo numero è quello che esprime il rapporto tra questo angolo e quello sotto cui l'oggetto apparisce nel microscopio. Questo secondo numero è l'*amplificazione*. Questi due numeri bastano per determinare l'*ingrandimento*.

Il primo numero, cioè la distanza, è arbitrario; se si suppone la distanza doppia, l'angolo sotteso direttamente sarà due volte più piccolo; d'altronde l'angolo al microscopio restando invariabile per un medesimo oggetto, l'amplificazione sarà doppia. Sicchè l'amplificazione è proporzionale alla distanza, e conoscendosi l'amplificazione ad una certa distanza si possono dedurre quelle corrispondenti a distanze qualunque date.

Siccome la distanza e l'amplificazione variano proporzionalmente, il rapporto tra queste due quantità non varia. Si può dunque esprimere l'ingrandimento con una frazione, il cui numeratore sarà l'amplificazione e il denominatore la distanza. Ma siccome il valore di una frazione non cangia moltiplicando i suoi due termini per un medesimo numero, e poichè questo numero può sempre essere preso in modo che renda il denominatore uguale all'unità, l'ingrandimento in questa maniera potrà essere espresso con un solo numero, locchè corrisponde alla definizione seguente:

*L'ingrandimento è il rapporto che passa tra l'angolo che sottende un oggetto situato all'unità di distanza e l'angolo sotto il quale il medesimo oggetto è veduto nel microscopio.*

Da questa definizione si passa alla prima, prendendo per unità la distanza arbitrariamente scelta. Essa si applica ai telescopii, facendo l'unità uguale alla distanza degli oggetti. Questa generalità mostra che la definizione è buona.

Un esempio deluciderà ciò che potesse restare oscuro nelle precedenti considerazioni.

Un decimo di millimetro ad una distanza arbitraria di 0<sup>m</sup>,25 sottende un angolo di 1',372. L'osservazione c'insegna che un decimo di millimetro apparisce al microscopio sotto un angolo di 6°.51',6. L'amplificazione è dunque

$$\frac{6^{\circ}.51',6}{1',372} = 300 .$$

L'ingrandimento sarà

$$\frac{300}{0^m,25} = \frac{300 \times 4}{0^m,25 \times 4} = 1200 ,$$

prendendo il metro per unità. Questa seconda forma non è molto in uso. Si suole misurare l'ingrandimento con 300 prendendo 0<sup>m</sup>,25 per unità.

Abbenchè la scelta dell'unità (seconda definizione) o della distanza (prima definizione) sia per principio arbitraria, nondimeno si preferiscono i numeri che ravvicinano il numero dell'ingrandimento a quello della potenza. Ond'è che naturalmente si sceglie come punto di partenza degl'ingrandimenti ottici la dimensione angolare di un oggetto visto il meglio possibile ad occhio nudo, val quanto dire collocato (s'intende per gli oggetti spostabili) alla distanza della visione distinta, e per gli oggetti telescopici alla distanza in cui essi sono naturalmente da noi. Il solo inconveniente che ciò presenta trattandosi di microscopii, è questo: che la distanza della visione distinta varia da un individuo all'altro individuo e anche per uno stesso soggetto nei tempi dell'osservazione, i numeri esprimenti le ingrandimenti non saranno immediatamente paragonabili fra loro. Si può perciò scegliere un valore medio, che gli ottici hanno

in generale fissato a 25 centimetri, numero a dir vero un po' elevato e che rafforza gl'ingrandimenti, ma che d'altronde torna comodo a conservare, si perchè è generalmente adottato, quanto perchè la importanza del numero stesso è cosa secondaria.

Molti osservatori prendendo la misura degl'ingrandimenti per mezzo della camera lucida, sogliono proiettare sopra un piano l'immagine delle divisioni micrometriche; dipoi essi confrontano direttamente il valore lineare delle unità micrometriche con quello delle loro immagini amplificate.

Ciò corrisponde a sostituire al rapporto di due archi, quello delle loro corde; sostituzione che non è permessa che trattandosi di archi piccolissimi; ma nel caso attuale la misura diviene incerta, e nel caso di grandi archi, la misura diviene falsa. Di qui segue che le determinazioni di ingrandimenti fatte ad epoche differenti e in circostanze differenti vanno raramente d'accordo.

Se si desidera la esattezza delle misure, è duopo o ricevere la immagine delle divisioni micrometriche amplificate su di una superficie curva il cui centro sia l'occhio, oppure proiettare questa immagine su di un piano, conforme l'uso, ma passare in seguito dalla corda all'arco, affine di paragonare gli archi. Ciò può farsi, sia col mezzo delle tavole delle tangenti, sia per mezzo di una costruzione grafica alla portata di ognuno.

L'occhio deve essere situato nel piano dell'anello oculare e la distanza del foglio ricevente la immagine, deve essere misurata *sino all'occhio* secondo la linea spezzata del raggio che traversa la camera lucida (1).

Sarebbe più importante ancora di misurare il *potere* di un

(1) L'ingrandimento proprio dell'oculare si ottiene dividendo l'amplificazione totale pel rapporto che passa tra la grandezza della prima immagine e l'oggetto. Questa immagine si misura direttamente sul micrometro oculare, la lente del campo essendo tolta; poi le dimensioni sono ridotte col calcolo a quelle che esse sarebbero al fuoco della lente semplice equivalente all'oculare effettivo e collocato alla medesima distanza dell'occhio.

microscopio, anzichè l'ingrandimento ch'esso fa acquistare alle immagini; ma ciò sarebbe più difficile a conseguirsi.

Si può il *potere* definire nel modo seguente: *è il rapporto delle dimensioni degli ultimi dettagli osservati col soccorso del microscopio, rispetto ai dettagli simili che si distinguono ad occhio nudo*. Il grado di penetrazione dell'occhio varia da un individuo all'altro; ma l'occhio più debole che distingue imperfettamente i dettagli di un oggetto non distinguerà meglio i dettagli della sua immagine; sicchè il rapporto sarà meno variabile degli occhi. Avvi dunque una certa esattezza nella determinazione di questo potere.

Ad occhio nudo io distinguo abbastanza bene  $\frac{1}{10}$  di millimetro inciso sul vetro ed è questo presso a poco il limite per me. D'altronde con l'obbiettivo n° 7 del signor Nachet e con quello di n° 9 del signor Hartnack io separo le linee simili distanti tra loro di  $\frac{1}{1000}$  di millimetro = 0,00033 (micrometro Nobert), ma non distinguerei nessuna linea che fosse meno distante da un'altra di questa frazione.

Lo strumento mi permette dunque di vedere dei dettagli 300 volte più piccoli di quelli che io distinguo ad occhio nudo, come avverrebbe se la mia vista fosse divenuta 300 volte più acuta; quindi ne concluderei che il *potere* degli obbiettivi n° 7 e n° 9 dei signori Nachet e Hartnack è uguale a 300. Ora se per fare la osservazione precedente io ho impiegato un oculare che fa acquistare al microscopio un ingrandimento di 600 volte, non posso io concludere che la nitidezza della immagine era allora la metà di quella ch'essa poteva essere, la metà di quella dell'occhio? Imperocchè è evidente che se la nitidezza non fosse diminuita, con un ingrandimento di 600 volte convenevolmente misurato, io distinguerei dei dettagli 600 volte più piccoli che ad occhio nudo; ma io non iscorgo che dettagli 300 volte più piccoli che ad occhio nudo; dunque la nitidezza è solamente la metà di quella che potrebbe essere.

L'espressione di *nitidezza* di cui mi sono valso è forse qui male scelta; il vocabolo proprio sarebbe *distinzione*.

Risulta dalle considerazioni precedenti che il *potere* e la *nitidezza* o *distinzione* di un microscopio possono essere espressi con numeri, indipendentemente dai mezzi pratici atti a fissarne il valore.

La nitidezza è uguale al potere diviso per l'ingrandimento.

Uno esprimendo la nitidezza dell'occhio; quella dello strumento ottico ha per misura una frazione che è sempre minore di uno.

L'ingrandimento moltiplicato per la nitidezza, dà il potere.

Ecco qualche indicazione propria a caratterizzare il potere dei microscopi attuali. Le strie di *Nylschia sigmoidea*, nell'aria sono facilmente visibili con un buon obbiettivo, la distanza di queste linee è di  $0^{\text{mm}},00036$ .

D'altronde, le linee dell'*Amphipleura pellucida* sono state vedute e contate per mezzo di un eccellente obbiettivo di Ross, e in circostanze di luce particolarmente favorevoli per queste osservazioni (luce del cielo in vicinanza del sole) la distanza di queste linee è apparsa di  $0^{\text{mm}},00019$  soltanto.

Sicchè nella condizione attuale degli strumenti ottici, le parti minime di materia che si possono vedere distintamente hanno la dimensione di 2 o 3 diecimillesimi di millimetro, ossia la metà di una ondulazione luminosa. Questa distanza costituisce il limite di esattezza dei punti microscopici.

La chiarezza di un microscopio sta in ragione inversa del quadrato del suo ingrandimento attuale, a partire dal momento in cui il diametro dell'anello oculare diviene inferiore dell'apertura della pupilla. Ad uguali ingrandimenti, la chiarezza dipende dall'angolo di apertura ed è proporzionale al quadrato di questo angolo. Finalmente ad uguali ingrandimenti ed angoli di apertura, la chiarezza dipende dalla perfezione delle lenti e dalla correzione perfetta di tutte le aberrazioni, le quali condizioni elidono le interferenze, che negli strumenti meno perfetti distruggono una parte della chiarezza.

È noto che i due grandi perfezionamenti introdotti in questi ultimi anni per aumentare la potenza e la nitidezza dei microscopi sono: le lenti a liquido e la correzione.

I matematici per semplificare i loro calcoli fanno spesso astrazione della grossezza delle lenti che essi suppongono infinitamente sottili. Ma la grossezza delle lenti quando sia una frazione piuttosto grande della loro distanza focale, influisce sensibilmente sugli effetti ottici. L'aberrazione di sfericità e

quella altresì cromatica, ne dipendono. Per buona sorte queste aberrazioni dipendono pure dalla distanza reciproca delle lenti, talmentechè si può in qualche modo correggere un difetto col l'altro, suscitando con lo spostamento delle lenti, un difetto contrario a quello che genera la loro grossezza in un sistema ottico in cui siasi supposta nulla la grossezza delle lenti.

Gli ottici che sanno questo da lungo tempo, *preparano* le loro combinazioni col calcolo, e le *terminano* con l'esperienza modificando le distanze teoretiche delle lenti finchè il risultato sia il migliore possibile.

Ma nell'uso comune dei microscopii vi ha una grossezza refrangente che non si può così correggere una volta per sempre. Tale è quella del liquido che circonda l'oggetto affine di aumentare la sua trasparenza, come pure della lamina di vetro che si pone al disopra del liquido stesso affine di fargli prendere una superficie piana. Altrettanto si dica della porzione dell'oggetto stesso situata al disopra del piano focale che si studia. Tutti questi mezzi hanno tanto maggiore influenza sull'effetto totale in quanto che essi si trovano situati assai d'avvicino all'origine dei pennelli divergenti che formano la immagine. Questi mezzi sono altresì variabili da una osservazione all'altra nella loro spessorezza, e sovente nella loro natura.

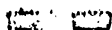
Si è dunque immaginato di lasciare a ciascun osservatore la facoltà di spostare nel senso dell'asse del microscopio una o più lenti del sistema, almeno fino ai limiti necessari per compensare l'effetto delle refrazioni che avvengono avanti dell'obbiettivo.

È appunto in questo opportuno spostamento di lenti che consiste la *correzione*.

Il sig. Amici fa consistere la sua correzione nella introduzione di una lente divergente (1) mobile tra l'obbiettivo e l'oculare. È un mezzo eccellente quando sia ben preparato.

Gli altri costruttori lasciano un piccolo movimento nel senso dell'asse ad una delle lenti obbiettive, all'esterna, oppure alle due lenti interne insieme. L'esterna rimane in questo

(1) Questa lente aumenta l'ingrandimento.





processo fissa, ond'evitare la rottura delle lamine durante i movimenti dell'apparecchio di correzione.

Gli obbiettivi a correzione debbono essere costruiti con moltissima cura e ammontano perciò ad un prezzo elevato. Io credo che il valente ottico Ross (padre) morto recentemente (1) sia stato il primo ad osservare la necessità della correzione ed abbia non solo scoperto i mezzi di effettuarla, ma li abbia realizzati ne'suoi eccellenti obbiettivi.

Negli obbiettivi a liquido, la superficie esterna del primo cristallo è immersa in un poco di acqua e qualche volta di olio, la quale si deposita sulla lamina che ricuopre l'oggetto. È così che viene stabilita la continuità dei mezzi refrangenti tra l'oggetto e la prima superficie ottica; per cui la prima inflessione importante dei pennelli luminosi avviene sulla seconda superficie della lente nell'aria e più lungi dall'oggetto.

In parità di circostanze gli obbiettivi a liquido hanno più forza degli obbiettivi che si adoperano nell'aria; ciò può dipendere dalle seguenti cause:

1°. Un minor numero di raggi che partono dall'oggetto è riflesso al di fuori della prima superficie della lente e quindi è perduto alla visione. Ciò si verifica soprattutto nei raggi che cadono molto obliquamente sul contorno delle lenti dotate di grande angolo di apertura. Io però non credo che questa prima causa abbia molta influenza; imperocchè il calcolo mostra (2) che per un angolo di apertura di  $100^\circ$  non si guadagnerebbe sul contorno di una lente, supposta piana,  $\frac{1}{11}$  della luce incidente.

2°. L'ineguaglianza della superficie delle lamine diviene meno sensibile: l'effetto di un solco nella lamina si trova in gran parte compensato da quello del maggiore strato di acqua che lo riempie. Avviene lo stesso delle ineguaglianze della superficie esterna della prima lente.

(1) L'obbiettivo  $\frac{1}{12}$  di pollice del sig. Daby è forse il suo ultimo lavoro.

(2) Conviene ammettere che la intensità della luce riflessa sia proporzionale alla differenza delle potenze refrattive ( $l^2 - 1$ ) dei mezzi.

3°. I raggi riflessi internamente alla seconda superficie della prima lente obbiettiva, *essono* più facilmente dal microscopio traversando di nuovo la prima superficie, e non vengono a mescolarsi colla immagine per turbarne la nitidezza.

4°. A cagione della forma piano-convessa della prima lente obbiettiva e della sua forte convessità superiore; allorchando si osserva nell'acqua la prima superficie refrangente *efficace* (1) è una porzione della sfera, il cui centro è situato presso l'oggetto. I raggi incidenti, che, presso a poco, sono tutti della medesima lunghezza, non subiscono che aberrazioni di second'ordine, le quali si correggono più facilmente per mezzo delle altre due lenti obbiettive.

Risulta da tutto ciò che l'aberrazione di sfericità può essere diminuita e per conseguenza aumentato l'angolo di apertura simultaneo come pure il potere; osserveremo però che l'angolo di apertura successivo diminuisce per cagione dell'allungamento della distanza focale apparente; allungamento che viene sempre prodotto dalla introduzione dell'acqua allorchando la prima superficie della lente è piana, ovvero convessa.

Erasi già osservato che la semplice sostituzione di una laminetta grossa ad una sottile aumentava il potere di molti obbiettivi. La spiegazione di questo fatto può dedursi dalle considerazioni che precedono; i cammini ottici percorsi tendono tanto più alla uguaglianza quanto più lo strato d'aria compreso tra l'obbiettivo e la laminetta è più sottile, e la laminetta stessa più grossa.

Questa quarta causa del potere superiore delle lenti a liquido, mi sembra essere la più influente di tutte le altre e da sé sola basterebbe a spiegare e la natura propria delle immagini e il carattere del risultato ottenuto.

Un vantaggio incontrastabile delle lenti a liquido è questo: che il loro uso rende meno necessaria la correzione o anche quasi inutile, ed ecco per quali motivi: Allorchando la laminetta di cristallo è più grossa, altrettanto dall'altra parte la lamina d'acqua che si distende dalla laminetta fino alla prima lente è più sottile. Vi sarebbe dunque compensazione e la gros-

(1) Vale a dire la seconda superficie della prima lente.

rezza della laminetta sarebbe indifferente se il potere refrangente dell'acqua fosse uguale a quello del cristallo, ma esso ne differisce molto meno che quello dell'aria ordinariamente interposta; dunque l'approssimazione è molto più inoltrata con l'acqua che non sarebbe nei casi usuali con l'aria. L'approssimazione sarebbe anche maggiore con l'olio che l'Amici adoperava per gli obbiettivi dotati di forti ingrandimenti.

Il Dott. Knoke, tanto benemerito alla scienza, è l'ottico che per il primo abbia indicato il vantaggio che si ottiene dall'immergere nell'acqua la prima superficie delle lenti semplici di cortissima distanza focale. In seguito Sir Brewster, Robert Brown e Wollaston raccomandarono particolarmente questo processo. Le lenti a liquido non sono dunque una novità assoluta; ma l'Amici che può dirsi il maestro dei maestri in fatto di microscopii, ha saputo per il primo modificare la costruzione degli obbiettivi acromatici, tanto da trarne il miglior partito possibile dall'immersione nell'acqua. Le sue prime lenti datano, io credo, dal 1850; in seguito molti ottici hanno imitato le nuove lenti di Modena.

Il sig. Nacet costruisce buonissimi obbiettivi che possono servire alternativamente nell'acqua e nell'aria mediante un semplice spostamento dell'anello di correzione. — Il sig. Hartnack costruisce pure eccellenti obbiettivi che funzionano unicamente nell'acqua.

Io ho avuto occasione di esaminare, non è gran tempo, tre lenti ad acqua dell'Amici. La loro distanza focale apparente (distanza della lente dall'oggetto) è relativamente considerevole:  $1^{\text{mm}}$ , nell'aria e  $1^{\text{mm}},6$  nell'acqua. La distanza focale reale è di  $3^{\text{mm}},28$ ; l'angolo di apertura successivo, come si può giudicare dal diametro della prima lente, combinato colla distanza focale apparente è certamente inferiore di  $75^\circ$ . L'ingrandimento col primo oculare è soltanto di 474 volte. Nondimeno queste lenti ammirabili non sono inferiori a nessuna dal lato della forza. La lente a aria, dotata di fuoco poco corto, dà essa pure bellissime immagini, ma è molto meno comoda alla pratica a cagione della nettezza delle laminette.

Gli obbiettivi ad acqua del sig. Hartnack sono dal lato della nitidezza e della forza, lenti di prim'ordine; sono bensì in-

teriori ai precedenti obbiettivi soltanto in questo: che per ottenere i medesimi effetti l'ottico di Germania impiega delle distanze focali più corte e angoli di apertura più considerevoli; nessuna traccia del campo lattiginoso vela la immagine, che si conserva perfettamente limpida. Uno del num. 9 aveva una distanza focale reale di  $1^{\text{mm}},63$ ; il diametro della prima lente è di  $1^{\text{mm}},55$ ; l'ingrandimento approssimativo nell'acqua del pari che nell'aria è di 612 volte coll'oculare num. 3, che è quello che conviene meglio per gli obbiettivi 9 e 10. Con quest'oculare la immagine è perfettamente ortoscopica; io non ho potuto misurare l'angolo di apertura, che è considerabilissimo.

L'obbiettivo num. 10 di fuoco più corto differisce poco dal precedente riguardo alla forza; esso separa a mio credere il 24<sup>mo</sup> grappo delle linee di Norbert.

In quanto poi al sig. Nachet, che si fa sempre innanzi nelle nuove combinazioni, egli ha reso un vero servizio a molti osservatori, i quali rigettavano *a priori* le lenti ad acqua come poco idonee alla pratica. Le sue lenti potendo servire al doppio scopo, il naturalista, dal momento che ha riconosciute un vantaggio reale nell'impiego dell'acqua, non tarda ad abbituarsi in tutto ciò che essa può offrire difficoltà.

Infrattanto l'ottico si è creata una difficoltà di più; evidentemente è più facile di costruire una lente per l'acqua o per l'aria soltanto che non lo sia un sistema a doppio scopo. Oltre di che è molto dubbio che la seconda combinazione possa fornire risultati ugualmente buoni come la prima. Pertanto il signor Nachet costruiva sino dall'anno scorso degli obbiettivi a doppio scopo coi quali io ho veduto, abbenchè con più fatica, tutto ciò che mostravano gli obbiettivi di Hartnack. A quell'epoca il sig. Nachet si proponeva di costruire degli obbiettivi per l'acqua sola; io ignoro s'egli abbia poi realizzato il suo progetto. Avrei a caro di potere completare queste notizie con rapporti ulteriori che i signori Nachet e Hartnack avessero la bontà di fornirmi.

Un obbiettivo a lungo fuoco dà nelle dimensioni solite del microscopio un debole ingrandimento; ma siccome l'ingrandimento totale dello strumento è il prodotto di due fattori, uno dei quali esprime l'ingrandimento proprio dell'obbiettivo, l'al-

tro quello dell'oculare, si può sempre compensare il debole ingrandimento del primo con un forte ingrandimento del secondo. È questo il motivo per cui ha più importanza ed esige più attenzione e cura nei microscopii che negli strumenti ottici ordinarij. Sicchè, a quello che sembra, il signor Spencer deve aver fatto degli oculari l'oggetto di speciali cure. Egli esclude l'oculare di Huygens che si adopera comunemente. Gli oculari, cui egli dà la preferenza sono l'oculare ortoscopico, che è invenzione dello stesso sig. Spencer (1) e l'oculare solido i cui effetti si avvicinano a quelli dell'ortoscopico. Ma la Memoria del sig. Clarke non contien verun dettaglio sopra questi due nuovi oculari.

La grandezza del campo apparente che l'occhio sempre osserva riguardando al microscopio, dipende unicamente dall'oculare. È sempre un vantaggio che questo campo sia esteso, purchè però la immagine si mantenga netta e non venga alterata nella forma in tutta intiera l'estensione del campo.

Egli è facile di paragonare sotto questo punto di vista gli oculari di diversi microscopii, esprimendo con un numero l'angolo che formano nell'occhio i raggi venuti dai bordi estremi del campo. Questo angolo è la misura naturale del campo proprio dell'oculare. Ecco come esso si ottiene:

Si misura il campo lineare del microscopio in parti del micrometro obbiettivo, poi si cerca l'angolo che sottende la lunghezza del campo alla distanza alla quale è stata misurata l'amplificazione. Quest'angolo moltiplicato per l'amplificazione stessa dà la quantità cercata.

È per tal modo che l'oculare num. 1 di Nachet dà con l'obbiettivo 4: campo lineare, cioè la lunghezza della più grande linea visibile col microscopio =  $0^m,458$ . Questa lunghezza alla distanza di 250 millimetri, scelta per la misura dell'ingrandimento, sottende un angolo di  $6',298$ , che moltiplicato pel

(1) L'oculare ortoscopico di Kelner, di Wertzlar, è un oculare negativo in cui la lente del campo è biconvessa e la lente dell'occhio è un menisco, la concavità del quale è volta verso l'occhio; quest'oculare deforma ben poco le immagini, ma i bordi del campo non si trovano al fuoco in pari tempo del centro. Esso è *ortoscopico* senza essere *aplantico*.

numero 262, esprimente l'amplificazione, dà per prodotto  $27^{\circ}41'$  che esprimerà il campo dell'oculare.

I tre oculari di Nachet e un altro oculare che io aveva calcolato per ottenere un largo campo, danno i numeri seguenti:

Oculare di Nachet . . . . .	n°. 1 = $27^{\circ}40'$
"      "      "      "      "      "	2 = 30, 50
"      "      "      "      "      "	3 = 28, 22
Oculare a largo campo . . . . .	55, 15

Gli oculari ordinarii non sono affatto acromatici; la piccola alterazione dei colori ch'essi introducono è in generale corretta dalla inversa aberrazione, che si lascia a quest'uopo nel sistema obbiettivo. Ma è probabile che si otterrebbero effetti migliori, acromatizzando separatamente ciascuno dei due sistemi, imperocchè l'ordinaria correzione è da riguardarsi imperfetta (1).

Qualunque possa essere la utilità degli oculari, è inutile di rammentare che l'elemento più importante nel microscopio è l'obbiettivo. La immagine formata dall'obbiettivo non contiene con precisione tutti i dettagli che si riscontrano direttamente nell'oggetto; al disotto di un certo limite di piccolezza, i dettagli mancano nella immagine, poichè i raggi assai vicini l'uno dell'altro che soli potrebbero riprodurli, s'incrociano irregolarmente e si confondono, e questo perchè essi sono deviati dal loro corso normale dai difetti di omogeneità dei cristalli e dalle ineguaglianze delle loro superfici.

Poichè dunque i piccoli dettagli dell'oggetto mancano nella immagine prodotta dall'obbiettivo, nessuno oculare potrebbe essere atto a riprodurli. E questo appunto è ciò che sanno bene i micrografi, dappoichè hanno riconosciuto da lungo tempo la inutilità dei forti oculari e degl'ingrandimenti per mezzo di oculari da applicarsi ai sistemi obbiettivi ch'essi possedevano.

La difficoltà capitale sarà sempre di produrre una immagine che contenga ingranditi i più piccoli dettagli dell'oggetto;

(1) Il ch. Prof. Mossotti nella sua *Nuova Teoria degli strumenti ottici* stampata negli *Annali dell'Università Toscana* nel 1857 e riprodotta nel *Cimento*, consiglia a rendere *aplanattici*, ciascuno separatamente l'oculare e l'obbiettivo.

una volta conseguita questa prima amplificazione, diviene relativamente facile di riprodurre questi stessi dettagli per dar loro per mezzo di un sistema oculare semplice o composto dimensioni tali onde l'occhio li percepisca. Il problema difficile consiste nella separazione dei pennelli infinitamente vicini tra loro.

Il sig. Agassiz confrontando la nitidezza di un microscopio di Spencer dotato di un ingrandimento di 2000 con quella di uno strumento ordinario dotato di un ingrandimento di 200 non ha inteso già di dire che il microscopio del sig. Spencer avesse una forza dieci volte maggiore di tutti i microscopii conosciuti. — La nitidezza differisce dalla potenza; la nitidezza può qualche volta dipendere dall'impressione individuale. Lo strumento ordinario che ha servito di confronto qual era? e se noi paragoniamo qui una buona lente di Smith o di Ross dell'ingrandimento di 2000 con uno di questi microscopii dell'ingrandimento di 200 che il commercio parigino fornisce alle cinque parti del mondo, certamente prevarrebbe lo strumento del costruttore inglese.

Egli esiste un mezzo semplice per esprimere tollerabilmente con un solo numero il potere di una lente, e ciò consiste impiegando le linee di Norbert. Sopra una lamina di vetro sottile sono tracciati col diamante trenta tratti di musica; le linee che compongono ciascun tratto sono equidistanti, ma da un tratto all'altro queste linee si rinserrano un poco, quelle che formano il trentesimo e ultimo tratto sono a tale distanza le une tra loro che n'entrerebbero 3600 nello spazio di un millimetro.

Ora, quantunque l'uso delle linee di Norbert, sia soggetto a incertezze, è un fatto costante che i nostri migliori microscopii (a dir vero con luce obliqua) separano le linee di tutti i tratti sino al ventriquattresimo; i cinque ultimi, io credo, restano *non risolti*.

Sarebbe interessante di sapere in modo positivo se il microscopio americano perviene a risolverli e soprattutto quali linee esso separa con la luce diretta.

Sino a questo punto i fatti riportati dal sig. Clarke bastano per convincerci della perfezione ottica dei microscopii del sig. Spencer; ma secondo noi essi non stabiliscono in modo incontestabile la loro superiorità sui migliori strumenti europei.

*Struttura dei pori dei coniferi.*

L'organizzazione nuova che, secondo il sig. Clarke, il microscopio di Spencer ha fatto scoprire nei pori dei coniferi, consiste nei risultati seguenti:

I contorni del poro propriamente detto, non quelli dell'aureole, sono liberi e un poco piegati al di dentro dello spazio lenticolare. Nessuna membrana chiude l'apertura del poro.

Le specie studiate dal sig. Clarke sono il *pinus pecea* e il *pinus silvestris*.

Il naturalista soggiunge che questa struttura dei pori non si osserva che nel legno vecchio; nei legni giovani i pori sono stati ravvisati tal quale furono descritti fino ad ora. È difficile di sapere se la struttura di cui si è fatta menzione, è stata veramente veduta, od è stata solamente dedotta per la interpretazione del successivo sparire dei tre cerchi centrali; la figura ha dettagli insufficienti per precisare la opinione o anche per permettere una critica approfondita.

Cercando di controllare le osservazioni dell'Autore americano sia per mezzo dei microscopi francesi, sia con quelli di Ross, è molto difficile di non sospettare che se la struttura annunciata esistesse realmente, la si vedrebbe, e questo dubbio si convalida tanto più in quanto è stato notato che su molti dettagli l'Autore della Memoria passa sotto silenzio.

Noi non pretendiamo già di negare la possibilità delle interpretazioni del sig. Clarke nè a più forte ragione, la esattezza delle sue osservazioni dirette; peraltro ecco come esse si conciliano con la opinione generalmente seguita.

I pori normali sono chiusi, una membrana sottile ne ottura il fondo come fa il timpano nel fondo dell'orecchio esterno; noi abbiamo constatata direttamente e nel modo più positivo l'esistenza di questa membrana.

L'aureola rappresenta il contorno di una cellula in forma di lente, ma analoga per sua natura alle cellule che compongono i raggi midollari. Ci è riuscito di isolare sopra una metà del loro contorno, qualcuna di queste cellule; non si tratta già di semplici lacune nel tessuto, come la figura del sig. Clarke



potrebbe facilmente far credere. La membrana che ottura il fondo del poro non è altra cosa che la parte sottilissima di una cellula midollo-lenticolare.

È possibilissimo che nel legno vecchio la membrana sottile del fondo del poro si distrugga; i bordi del poro cessano allora di essere sorretti piegandosi verso il di dentro al progredire della disseccazione. Di qui, la struttura osservata dal sig. Clarke, nei legni secchi.

Non è dunque lo stato normale che deve avere osservato il sig. Clarke, ma sibbene una degradazione accidentale dei pori delle cellule. Se questo stato alterato si riscontrasse sotto gli occhi di un osservatore armato di un microscopio come ora possediamo, non gli sfuggirebbe neppure la struttura delle cellule giovani. — Questa almeno è la nostra opinione.

Sono queste, semplici indicazioni che possono meritare sino ad un certo punto lo stesso rimprovero che è stato diretto alle asserzioni del sig. Clarke di non essere cioè sufficientemente dimostrative; ma un rifiuto più completo delle asserzioni troppo generali (a parer nostro) dell'Autore richiederebbe un'esposizione dettagliata della storia dei pori, la quale si dilungherebbe troppo dall'oggetto essenziale di questo nostro piccolo lavoro.



#### RICERCHE SULLE CAUSE DELL'ELETTRICITA' ATMOSFERICA E TERRESTRE; DEL SIG. BECQUEREL.

( *Mémoires de l'Académie de sciences*, Tom. XXVII, seconde partie ).

( Estratto ).

Se l'equilibrio molecolare dei corpi non può essere turbato che turbando contemporaneamente quello dell'elettricità, del pari l'elettricità non può esser messa in moto ne' corpi che manifestando azioni molecolari, le quali si mostrino con un'ele-

vazione di temperatura, con una decomposizione chimica, o con un'azione magnetica. Quindi il concorso della fisica e della chimica si ha da invocare per spiegare gli effetti elettrici nella meteorologia, e particolarmente la produzione dell'elettricità atmosferica e terrestre. Da dove proviene l'elettricità della terra e dell'aria, le quali, non ostante la continua ricomposizione coll'intermedio delle piogge, dei vapori, e degli alberi si trovano costantemente e notabilmente diverse nei tempi calmi? Per spargere una qualche luce su tal questione trattasi in primo luogo dell'elettricità dei gas e dei vapori, e dipoi degli effetti elettrici prodotti nel contatto delle terre colle acque dolci o salate per far concorrere i risultati sperimentali ottenuti su questi soggetti alla spiegazione dei temporali. Nel trattare di questo principale argomento vengono studiate le pile terrestri a corrente costante, e vengono discusse le formazioni dei composti cristallizzati risultanti da azioni lente, dal calore, e dalla pressione.

Il cangiamento di stato dei corpi, e la pura evaporazione non svolgono elettricità atteso che non si può aver cagione per cui tra più particelle perfettamente omogenee alcune si abbiano a caricare di elettricità positiva, ed altre di elettricità negativa. Le esperienze di Laplace e di Lavoisier sull'evaporazione dell'acqua, quelle del Saussure, e quelle del Volta sono composte, e non separano l'evaporazione dall'azione chimica. Quindi trovava il Saussure che la più forte tensione elettrica non corrisponde nè all'evaporazione più lenta, nè a quella più rapida, nè poteva egli raccogliere elettricità quando l'acqua non bolliva, e solo si evaporava sovra panni bagnati o sovra corde. Dimostrò il Pouillet che non si aveva svolgimento di elettricità dalla sola evaporazione col fare evaporare l'acqua, l'acido acetico, l'acido solforico, e l'acido nitrico in crogioli di platino con tutte le cautele che possono fare evitare l'azione chimica. Becquerel cominciò fin dal 1824 a studiare lo sviluppo dell'elettricità nelle azioni termiche cioè tra la fiamma ed il platino, il quale prendeva elettricità positiva; e nell'anno appresso Pouillet tentò di mostrare che nella combustione del carbone le molecole dell'ossigeno svolgono elettricità positiva, e il carbone elettricità negativa, lasciando qualche dubbio per i fe-

nomeni termo-elettrici che erano inerenti al modo di sperimentare. Per la stessa ragione non portano a conseguenze esatte neppure le esperienze che il Grove ha fatte su questo soggetto qualche anno fa. Converrebbe usare un pezzo di carbone ben ricotto, e sufficientemente lungo per evitare il riscaldamento nel filo di platino, che lo pone in comunicazione col galvanometro, e tenere l'altra estremità del carbone a contatto con una fiamma ad alcool, mentre un'altra spirale di platino tocca la parte opposta della fiamma, e comunica coll'altro capo del galvanometro, e così facendo si scorge che il carbone prende sempre elettricità negativa, e che la corrente elettrica, e conseguentemente la elettricità, è tanto più intensa quanto la combustione è più viva. Subito dopo il rammentato lavoro passò il Pouillet a studiare lo sviluppo di elettricità nella vegetazione, e trovò che ponendo a germogliare alcuni semi in cassule di vetro isolate, queste acquistavano un eccesso di elettricità negativa, e i gas che svolgevansi avevano elettricità positiva, e ne dedusse che l'azione dei vegetabili sull'ossigene dell'aria è una delle cause più potenti dell'elettricità atmosferica. Secondo Becquerel gli effetti elettrici debbono essere inversi tra il giorno e la notte a motivo della luce; non sono state ripetute quelle esperienze, e avendo esse dati deboli sbilanci di elettricità, non sembra che possan render conto della quantità d'elettricità positiva che si trova nell'aria, e di quella di natura contraria che abitualmente possiede la terra. Facendo il Pouillet evaporare nel crogiolo di platino una soluzione acquosa di strontiana, o di alcali, e di terre ottenne sviluppo forte di elettricità; il crogiolo divenne positivo e il vapore negativo: con l'ammoniaca n'ebbe risultato opposto; ed opposto a questa lo diede l'acqua acidulata con acido solforico; le quali variazioni debbono attribuirsi alla maggior facilità che ha l'ammoniaca di evaporare rapporto all'acqua, e l'acqua rapporto all'acido solforico. Con i sali solubili il crogiolo rimase sempre negativo, e siccome una debole soluzione di cloruro di sodio con una sola goccia aveva dato segni elettrici notabilissimi, concluse Pouillet: non vi ha dubbio che sulla vasta estensione dei mari la separazione chimica che ha luogo nell'evaporazione non sia una costante sorgente di elettricità. Troppo azzardata sembra

però questa conclusione, giacchè se il sale non si separa ma resta sempre sciolto nell'acqua, secondo Peltier non si ha sviluppo dell'elettricità, e solo comparisce quando cessa per l'evaporazione di esser dall'acqua sciolto il sale. Onde non può ritenersi che la vegetazione, e la evaporazione delle acque salate diano causa sufficiente allo svolgimento dell'elettricità atmosferica, ed altre cause fisiche devono concorrere per la produzione di tal fenomeno. Nelle esperienze di Armstrong si scorge che l'evaporazione col trasporto dei globuli d'acqua che fregano contro le sostanze solide di cui son formati i tubi dai quali esce il vapore è causa indiretta di produzione di elettricità. E insieme a questa azione meccanica posson classarsi altre evaporazioni rapidissime, ove il fregamento fra il liquido e il vapore dà sensibile elettricità sviluppata. Le esperienze di Peltier, di Gaugain, e di Pouillet mostrano che combinato l'effetto di fregamento, con quello dell'azione chimica si hanno tensioni elettriche più forti; e molte analoghe combinazioni certamente in natura si fanno sia per la combustione, sia per la vegetazione, sia per lo svolgimento de' gas, o per la decomposizione dei corpi, le quali danno luogo col mezzo dei vapori e dei gas alla produzione dell'elettricità libera che riscontrasi nell'aria e nella terra.

Altre sorgenti generali ed attive di elettricità esistono nel contatto tra la terra e le acque dolci o salate, e tra il contatto delle acque fredde e quelle calde. Può in generale ritenersi che due soluzioni non identiche poste in contatto producono effetti elettrici; ed essenzialmente distinti da quelli che han luogo quando il contatto è seguito da un'azione chimica: in questo caso il corpo che fa da acido nella combinazione svolge elettricità positiva, e quello che agisce come alcali rende libera l'elettricità negativa: mentre nell'altro avendosi una soluzione neutra saturata in contatto con la stessa soluzione non satura, la prima si comporta come acido rapporto all'altra e non han luogo combinazioni, ma una sola mescolanza, che dà luogo ad un lavoro molecolare, causa dello sviluppo d'elettricità. A queste conclusioni si è guidati dalla teoria elettro-dinamica d'Ampère che spiega le correnti terrestri, dalle esperienze di Barlow che ne determinano l'esistenza, da quelle di Fox che ne trovano cagioni nelle condotte, e da quelle del Magrini sulla

forza elettro-motrice tellurica le quali furono pubblicate fino dal 1845. Ed a questo punto riporta l'Autore alcune sue esperienze sulle azioni reciproche delle soluzioni, e sull'effetto dell'argilla, e della terra vegetale. L'argilla non altera l'azione della soluzione, come la terra vegetale, la quale prende un eccesso di elettricità positiva a contatto coll'acqua dolce, e negativa a contatto coll'acqua salata. Parla dell'esperienze di Edmondo Beequerel sulla potenza elettro-motrice del perossido di manganese, e successivamente descrive la bussola dei seni della quale ha fatto uso nel determinare i gradi di elettro-motricità delle sostanze. Alcune delle esperienze fatte con terra vegetale presa in diversi punti della Francia e con acqua dolce, notando i gradi solo quando gli elettrodi di carbone avevano agito per qualche tempo affinché perdessero la polarità, hanno dati i risultati seguenti:

Terra mobile del Giardino delle piante . . . . .	+	} deviazione fissa 35°.
Acqua d'Arcueil . . . . .	-	

Terra del Giardino contiguo al seguente canale . . . . .	+	} deviazione fissa 14°
Acqua del canale derivato dal Loue . . . . .	-	

Terra di un giardino che era stato inondato pochi giorni avanti . . . . .	+	} deviazione fissa 2°.
Acqua del Loue affluente del Doubs . . . . .	-	

Terra levata dal seguente canale a Bruxelles . . . . .	+	} deviazione fissa 7°.
Acqua del canale de l'Escaut . . . . .	-	

La terra che era stata inondata ha dato piccola corrente contenendo analoghi elementi a quelli dell'acqua, e parimente deboli correnti si sono ottenute sull'argine dell'Escaut e del Loue per le facili infiltrazioni dell'acqua nella terra. In generale dagli ottenuti risultati essendosi rilevato che vi era bisogno di fare l'esperienze in un osservatorio fisso per aver tempo di distruggere la polarizzazione degli elettrodi, fu posto a Chatillon-sur-Loing (Loiret) in mezzo del giardino e vicino ad un fiume. E dai gradi della bussola dedotta l'intensità della corrente e misurata col reostato la resistenza, per mezzo della formula di Ohm,

fu trovata la forza elettro-motrice prodotta dal contatto dell'acqua del fiume e di una buona terra vegetabile, usando per elettrodi due lastre di carbone coperte di perossido di manganese, nel numero, media degli altri ottenuti, 13,55. Mentre la resistenza della terra e della coppia era in media 15,40 l'unità essendo un filo di rame lungo 764<sup>m</sup>,5 e in diametro di un millimetro. Prese poi per elettrodi lastre di platino ricoperte di carbone di zucchero candito, la forza elettro-motrice fu rappresentata in media da 18,36; mentre la resistenza della terra, compresavi quella della coppia era per lo meno 37.

Avvertito che per la fisica terrestre, forse di maggiore importanza delle acque dolci era lo studio delle acque salate, una serie d'esperienze ebbe luogo anche per queste, dalle quali risulta che l'acqua salata si comporta a riguardo della terra come la dolce, cioè rimane carica di elettricità negativa e con intensità molto più grande. Ecco le medie dei risultati ottenuti con acqua salata a 4° dell'areometro, e con terre vegetali diverse usando per elettrodi

**1° Grandi lame d'oro non preparate**

terra	+	}	deviazione di primo impulso . . . . .	63°
acqua	-			

**2° Grandi lame di platino non preparate**

terra	+	}	deviazione di primo impulso più di, . . . .	70°
acqua	-			

**3° Grandi cilindri di carbone con collare di platino**

terra	+	}	43° La piccolezza accenna una polarizzazione.
acqua	-		

**4° Le grandi lame d'oro sono state tolte, lavate ed invertite**

terra	+	}	deviazione per primo impulso . . . . .	60°
acqua	-			

**5° Sono state levate le grandi lame di platino lavate ed invert.**

terra	+	}	deviazione per primo impulso, . . . . .	55°
acqua	-			

Era interessante sapere se gli effetti elettrici prodotti a contatto del mare e della terra adiacenti, o dell'acqua dolce erano gli stessi, e realmente così fu trovato ponendo in comunicazione il mare ad Ostenda con una sorgente d'acqua dolce

acqua dolce + } deviazione per primo impulso . . . 28°  
 acqua di mare — }

Fatte altre esperienze per determinare la forza elettro-motrice in questo caso e quando gli elettrodi erano rimasti per dieci giorni nell'acqua salata e nella terra a circuito aperto, chiuso poi il circuito, è risultato 34 per media della forza elettro-motrice e 7,62 per resistenza della coppia della terra. Per farci idea più determinata dei numeri riferiti, gioverà riportare che il rapporto della forza elettro-motrice della conosciuta coppia a solfato di rame con quella della coppia terrestre è :: 1 : 0,45, e che quello della forza elettro-motrice della coppia ad acido nitrico con quella della coppia terrestre è :: 1 : 0,265.

Qui l'Autore alle cose relative all'elettricità atmosferica intromette altre cose sulla proprietà depolarizzante dal perossido di manganese e sulla formazione delle sue pile terrestri a corrente costante ed anche in seguito parla dei composti insolubili cristallizzati ottenuti con azioni lente. Ma in quest'estratto ove si prende di mira particolarmente ciò che riguarda l'elettricità atmosferica per brevità riassumiamo le sole conclusioni sulla pila terrestre, le quali sono

1°. La coppia terrestre, formata da una lastra di zinco immersa nell'acqua di mare, e da una lastra di carbone manganesata introdotta nella terra vegetale ha una costanza considerevole, purchè non piova, ed in 24 ore a circuito chiuso non ha perduto che 0,02 della sua intensità.

2°. Con il piombo, il ferro, o il rame sostituito allo zinco la corrente è egualmente costante, ed a resistenza eguale la forza elettro-motrice del piombo o del ferro è poco più della metà di quella del zinco, e con il rame è un quarto.

3°. Confrontando la coppia terrestre a resistenza eguale colle coppie ad acido nitrico e a solfato di rame si ha

Coppia terrestre . . . Resist. 5,36. . . .	Forza elettr. 052
Coppia solfato di rame . . . 1,05. . . .	0,579
Coppia ad acido nitrico . . . 1,00. . . .	1,7

4°. Portando il grado areometrico dell'acqua salata da 3° a 25° si trova un aumento di forza elettro-motrice da 0,5632 a 1.

5°. Piccolo è l'accrescimento che si ha all'aumentare delle coppie.

Una coppia ha dato per intensità. . . . .	0,88045
Due . . . . . : . . . . .	0,9163
Tre . . . . .	0,9236
Mettendo le tre coppie in grandi vasi di terra cotta, si riduce nel rapporto di . . . . .	1 : 1,24

6°. Nelle coppie terrestri composte con acido solforico al decimo invece dell'acqua salata, la forza elettro-motrice è cresciuta nel rapporto di 705 a 1000.

E riprendendo il discorso dell'elettricità atmosferica è da richiamarsi alla memoria che senza il concorso di più nuvole non si formano quelle temporalesche, e che in terra non esistono luoghi ove il tuono non si faccia intendere, mentre nel mare tuona più raro a grandi distanze dalla terra e secondo il Duperrey esistono dei paraggi in pieno oceano ove non tuona mai, ed Arago concluse che manca il tuono al di là del 75° di latitudine nord. Nei luoghi ov'è frequente la pioggia è pur frequente il fulmine, quindi l'evaporazione ha da concorrere all'accumulamento dell'elettricità, ma per formarsi idea delle sorgenti dell'elettricità atmosferica convien classarle in fisiche e chimiche. Tra le prime è il contatto della terra con l'acqua dolce o salata, e l'evaporazione servirà a dare il movimento all'elettricità trasportando le particelle che ne erano cariche. Dobbiamo pure noverarvi il contatto delle acque salate, con quelle dolci allo sbocco dei fiumi, ed i vapori trasporteranno pure nell'aria le elettricità appartenenti ai liquidi che li formano. Come anche la miscela delle acque fredde che provengono dai monti o dalle latitudini maggiori, con quelle calde che si tro-



vano nelle vallate, o a minor latitudine, ed i vapori delle prime daranno all'aria l'elettricità positiva. E finalmente lo sfregamento dell'aria sulla superficie dei mari, e dei corsi d'acqua, quando è fortemente agitata dai venti, e le riferite esperienze sullo sviluppo dell'elettricità nell'uscita dei gas dai liquidi ce ne assicurano. Fra le sorgenti chimiche abbiamo la decomposizione delle materie animali e vegetabili che nella terra e nelle acque formano una vera combustione lenta ove si hanno svolgimenti di gas, i quali per lo sfregamento somministrano all'aria elettricità; abbiamo la respirazione delle piante che dà luogo ad esalazione di ossigene o di acido carbonico accompagnati ambedue i gas da svolgimento di elettricità positiva. Non si può fissare se vi sieno altre sorgenti, ma può ben credersi, dacchè ogni lavoro produce disturbo elettrico non esclusa la contrazione muscolare; nè può determinarsi in qual proporzione combinansi esse per la produzione dell'elettricità atmosferica. L'esperienza sola indica che questa è la risultante di tutte queste elettricità, le quali talvolta sono anche fra loro contrarie. Infatti tali sono le variazioni nelle diverse stagioni dell'anno che la media della quantità d'elettricità è nei diversi anni presso a poco la medesima, e le variazioni alle quali va soggetta l'elettricità dell'aria sono in rapporto con le quantità de' vapori che si formano. Provano ciò le seguenti leggi osservate. Quando il cielo è sereno si ha un periodo diurno: l'eccesso d'elettricità positiva che è assai debole un poco avanti il levar del sole aumenta all'avanzarsi del giorno sulle prime di poco, e quindi rapidamente e' giunge al primo massimo, ed egualmente in seguito sulle prime è rapido il decrescere, e poi lento arrivando al minimo alcune ore avanti il tramonto: torna a crescere quando il sole è all'orizzonte; poche ore dopo acquista il secondo suo massimo, e diminuisce fino al nuovo levar del sole. Si hanno pur delle variazioni periodiche mensili: l'elettricità atmosferica giunge al massimo in inverno, decresce progressivamente fino al Giugno, ove si ha il minimo; poi aumenta successivamente fino alla fine dell'anno. Aveva il Saussure nella relazione de' suoi viaggi nelle Alpi annunziato, sebbene imperfettamente, queste variazioni ed aveva applicato il movimento dei vapori per darne spiegazione. I suoi principii possono estendersi alle leggi ora meglio cono-

scelte, e le osservazioni fatte dal Quetelet a Bruxelles dal 1842 al 1847 non lascian dubbio che l'intensità elettrica non segua lo stesso andamento della umidità nei differenti mesi dell'anno. La legge dell'evaporazione dall'equatore ai poli accenna alla rammentata teoria: l'evaporazione diminuisce andando dal mezzogiorno al nord, e lo stesso accade andando d'oriente in occidente. Or questo è l'andamento dei temporali, e delle piogge. Tutto prova, che la quantità d'elettricità che si trova nell'aria, il numero dei temporali, e la loro intensità, sono in rapporto colla temperatura, coll'acqua evaporata, e con le piogge.

Fra le cause che svolgono l'elettricità sulla superficie della terra sono da distinguersi le seguenti: 1°. La respirazione delle piante; 2°. il contatto della terra e delle acque dolci e salate; quello delle acque salate e delle acque dolci; 3°. la decomposizione delle materie organiche nell'acqua e nella terra; 4°. forse il contatto dell'acque fredde e dell'acque calde nei mari. Sulla superficie del mare rimangono le sole due seguenti, quindi la rarità dei temporali in pieno mare: 1°. la decomposizione delle materie organiche che si trovano nelle acque dei mari; 2°. il contatto delle acque fredde colle acque calde.



#### DEL MACIGNO OFIOLITICO; NOTA DEL PROF. CAV. G. MENEGHINI.

La denominazione di Macigno ofiolitico è stata opportunamente impiegata dal fu prof. Pilla per designare nelle collezioni del nostro Museo una roccia arenacea, ad elementi ofiolitici, interstratificata al terreno dell'Alberese nei monti di Libbiano. Ma di essa roccia non fecero menzione nei loro scritti nè il Pilla nè il Savi, e fu solo recentemente che io ebbi occasione di osservarla nel luogo stesso annotato dal mio predecessore, essendovi stata richiamata la mia attenzione dall'ingegnere minerario sig. Lorenzo Chiostrì.

È una roccia pesante, compatta d'una tinta generale bigio-

verdastra oscura, risultante dalla unione di granelli angelosi od incompletamente rotondati, neri, verdi e bianco lattiginosi, di mezzo a due millimetri tutt' al più di diametro, misti a laminette irregolari pur nere, verdastre od argentine, dotate di splendore metallico, delle dimensioni stesse o raramente e poco maggiori. Granelli e laminette sono fra loro contigui e strettamente aderenti, cosicchè nella frattura più presto si spezzano di quello che disaggregarsi; e pochissimo visibile riesce quindi il cemento, che la viva effervescenza destata dall' azione degli acidi manifesta essere calcare. I granelli sono evidentemente serpentinosi e steatitici, le laminette diallagiche. Con tali caratteri essa roccia costituisce strati esattamente definiti, di due a quattro centimetri di spessore, alternanti con altri strati di calcari marnosi ad impronte di fucoidi (*Chondrites Targionii* Brogn., *Amantites obtusidens* nob., etc.); di arenaria psammitica della forma abituale e caratteristica del Macigno, con rilievi vermicolari subcilindrici, di due millimetri di larghezza, che i paleontologi attribuiscono a tubi di *Terebella*, e di un calcare psammitico molto compatto e somigliante ad alcune delle forme litologiche comprese in Toscana sotto al nome di pietra forte. A tutti essi strati compatti, sono poi intercalati abbondanti piani di schisti argillosi friabili, di quel comune aspetto che suolsi comprendere sotto alla generica denominazione di galestro.

Alla forma decisamente arenacea suddescritta del Macigno ofiolitico, ne va associata una seconda che potrebbesi denominare puddingoide, in quanto che gli elementi ne sono più voluminosi, colla aggiunta anche di alcuni frammenti molto maggiori ed angolosi, che la fanno partecipare al carattere di breccia. Gli strati così costituiti hanno spessore maggiore dei primi, vario da uno a due decimetri e più, ma è costante che nella parte superiore degli strati medesimi va gradatamente diminuendo la dimensione degli elementi frammentarii, con deciso passaggio ad una forma molto più minutamente arenacea della prima e più intimamente collegata colli schisti interposti. Fra gli elementi poi che la costituiscono, vedonsi, oltre agli enumerati, dei frammenti di calcare alberese e di stanite rossa; e le parti bianche, talvolta anche voluminose, lungi dal presentar tutte la mollezza propria della steatite, sono anche più o meno dure e decisa-

mente petroscelose e feldispatiche, coi caratteri della Sausarita.

Il terreno stratificato fin qui descritto costituisce un lembo di poche decine di metri di spessore, che fa mantello alla massa di ofiolite o serpentina antica, nella quale è scavato il letto del botro denominato il Castagno.

Una potente diga di amalgama ofiolitica e di eufotide di seconda eruzione attraversa la massa ofiolitica ed il sovrapposto terreno stratificato. La posizione relativa della diga di amalgama colla massa di serpentina antica si vede chiaramente nei profondi lavori minerarii di quella regione, i quali, condotti alla esplorazione di belle e ricche vene injettate di calcopirite, penetrarono in quella massa, giungendo fino alla indicata diga. Alla superficie, l'amalgama s'interpone da una parte fra la ofiolite ed il terreno stratificato, che dall'altra attraversa per grande estensione. Quell'amalgama ofiolitica si presenta in questa regione nelle condizioni le più favorevoli allo studio, mostrando il passaggio e la connessione delle sue svariate forme litologiche, dalla più eterogenea mescolanza di grossi frammenti di rocce eruttive e sedimentari meccanicamente ammontati, fino alla omogenea struttura del più caratteristico gabbro rosso ed alla uniforme tessitura granitica della eufotide labradorica o di seconda eruzione.

Possiamo dunque aggiungere alla storia cronologica delle nostre eruzioni serpentinosi un fatto che non è senza importanza, in quanto che conferma le precedenti deduzioni ed aggiunge una necessaria distinzione, che finora non era stata ancora avvertita, riguardo ai terreni sedimentari costituiti di elementi ofiolitici.

I terreni terziarii ofiolitici di Toscana furono diffusamente illustrati dal Savi (*Sui terreni stratificati dipendenti o annessi alle masse serpentinosi della Toscana. Nel nuovo Giornale dei Letterati* 1887; e successivamente: *Memoria per servire allo studio della costituzione fisica della Toscana*, Pisa 1839), il quale ne istituiva esatto confronto con quelli di Superga e Cadibona, di Porto Fino e della Valle della Scrivia, della Valle della Bormida, di Lermo e di Gavi. Ma egli allora asseriva risultargli da tutte le fatte osservazioni che la deposizione di somiglianti

terreni fosse posteriore a quella del terreno del Macigno, nel quale non si erano mai trovati inclusi frammenti serpentinosi. Qui abbiamo invece strati di un vero conglomerato ofiolitico che incontrastabilmente fan parte della formazione di esso Macigno, ma che non per questo sono a confondersi con quelli così esattamente descritti dal Savi. Oltrechè la forma litologica è alquanto diversa, prevalendo in questi ultimi la gonfolitica ed essendone molto più svariati gli elementi, le associazioni stratigrafiche e la giacitura geologica, non che i rari e mal conservati fossili che includono, inducono a riferirli al periodo miocenico. L'opera della denudazione, favorita molto verosimilmente da contemporanee eruzioni o da altri avvenimenti plutonici, operò quindi sulle medesime masse preesistenti, e quando si deponevano i terreni sedimentari eocenici superiori, e successivamente allorchè se ne deponevano di miocenici. Ma quali furono le eruzioni, quali gli avvenimenti plutonici che nel frattempo si effettuarono?

Nulla possiamo aggiungere a quanto già si conosce (1) riguardo alla diorite o diabase e sue varietà (afanite, ofite), non avendo potuto riscontrare alcun indizio certo della sua presenza fra i materiali meccanici del macigno ofiolitico. Solamente crediamo utile avvertire che la forma minutamente ed uniformemente areifacea di esso macigno ha una qualche somiglianza esteriore colla forma minutamente cristallina che talvolta assume la diorite. Quella somiglianza, quantunque menzognera e solamente esteriore, è pur grandissima, così da poter far confondere ai meno avveduti le due rocce, una delle quali eruttiva e veramente plutonica, mentre l'altra è sedimentare e decisamente nettuniana. La posteriorità della diorite alla eufotide nell'ordine di eruzione, e la sua anteriorità alla iniezione delle vene di minerali metallici, sono dimostrate dalla posizione relativa che essa sempre serba costante, ma forse in nessun altro luogo riesce così evidente, per la frequenza e la grandezza degli esempi, come nei monti di Libbiano. L'amalgama ofiolitico che costituisce la gran diga, include frammenti anche di essa diorite, taluni pure attraversati da vene metalliche, e la eruzione idroplutonica che lo origi-

(1) Della presenza del ferro oligisto nei giacimenti ofiolitici di Toscana. *Nuovo Cimento*, fasc. Genn. e Febb. ann. corr.

nò è dunque necessariamente posteriore alla iniezione di essa vena.

Molti e svariati sono per altro i fenomeni, molte e differentissime le rocce, che le osservazioni del Savi e le mie ci hanno condotto ad unificare, nell'epoca dell'avvenimento e nel concetto geologico, sotto al nome di serpentina recente o di seconda eruzione. L'epoca ne rimane con ciò sommariamente riferita al periodo miocenico, l'avvenimento rimane genericamente qualificato per idroplutonico. Ma, come il concetto di un'azione eruttiva che associa l'opera dell'acqua a quella del fuoco, o per meglio dire del calore, abbraccia gradazioni e proporzioni così svariate da renderci conto della origine di tutte le forme dell'amalgama, della oficalce, della ofisilice, della serpentina non diallagica e della eufotide labradorica, non che dei filoni metalliferi che vi sono connessi, così la indicazione di un determinato periodo geologico è lungi dall'implicare una assoluta contemporaneità e molto meno una istantaneità di avvenimenti. Che una certa successione abbia avuto luogo in quella molteplice e multiforme eruzione è certissimo: la serpentina non diallagica ed i frammenti di serpentina metallifera fan parte bene spesso dell'amalgama ofiolitico e costituiscono alcuni dei noccioli delle dighe impastate; essa serpentina ed essi filoni dovettero quindi preesistere a tali dighe. Ma anche la eufotide labradorica è talvolta metallifera, come lo sono frequentemente la oficalce e la ofisilice, ed intanto vediamo graduati passaggi connettere le forme più eterogenee e di origine prevalentemente meccanica alle rocce or ora nominate. Nulla razionalmente esige, nè induce tampoco a far supporre, che la produzione dei minerali metallici fosse esclusiva di una anzichè dell'altra delle fasi successive di quella sotterranea azione, e dalla struttura stessa di alcuni di quei filoni metalliferi, che per molti aspetti somiglia a quella dei veri filoni listati, si ha ragione di arguirne che la formazione ne fosse lenta e prolungata.

Ma se non possiamo arguire limite alcuno positivo riguardo alla durata assoluta di quella lunga serie di fenomeni, rimane per altro comprovato dai fatti che fu tutta compresa nel periodo che siamo convenuti di chiamare miocenico; e sembra anzi probabile che non avesse suo principio se non quando erano già

depositati alcuni dei terreni sedimentari di esso periodo, quando cioè una parte di quel tempo era già trascorsa. Fu invece nella ultima porzione del periodo eocenico, quando cioè si depositavano i terreni eocenici superiori, che certamente ebbe luogo la eruzione della eufotide; e la deposizione del macigno ofiolitico, avvenuta posteriormente a quella eruzione, ma pur essa stessa compresa nella medesima porzione del periodo geologico, ci attesta che la detta eruzione si effettuava durante, ma non alla fine, di esso periodo. La eruzione della diorite e la iniezione delle vene metalliche avvennero posteriormente alla eruzione della eufotide, e durante o dopo la deposizione del macigno ofiolitico, ma anteriormente alle successive eruzioni della serpentina recente e sue svariate forme. Nulla per altro direttamente comprova che si possa assegnare ad essi avvenimenti la fine del periodo eocenico o piuttosto il principio del miocenico, come nulla del pari dimostra quale distanza cronologica, sia in senso assoluto, sia nel geologico, possa essere intervenuta fra la diorite e le vene iniettate, potendosi solamente asserire che queste sono posteriori a quella. La estesa formazione, per altro, del terreno terziario ofiolitico propriamente detto, ossia miocenico, nella quale è razionale il supporre coadiuvata l'opera della denudazione dalla contemporaneità di un qualche avvenimento plutonico, porgerebbe argomento a ravvicinarvi per epoca quelle due eruzioni e specialmente la posteriore, quella cioè delle vene iniettate. E poichè di tutti i fenomeni appartenenti alla serie delle eruzioni serpentinosi recenti, quello dei filoni di serpentina metallifera fu verosimilmente, come il più lento nel suo processo, così pure uno dei primi ad originarsi, se ne può dedurre con molta verosimiglianza che, rimanendo inconcussa la posteriorità dei filoni di serpentina metallifera alle vene iniettate, la successione dei due fatti fosse per così dire immediata.

Questo ravvicinamento cronologico corrisponde alle associazioni che vediamo col fatto avere fra loro quei due generi di giacimenti, i quali si presentano spesso così intimamente collegati da indurre difficoltà non piccola a giudicare, nei singoli casi, se si tratti dell'uno piuttosto che dell'altro. I filoni di serpentina metallifera prediligono frequentemente le vie già seguite dalle vene iniettate, e le vie medesime sono poi non meno fre-

quentemente seguite da altre eruzioni ossiditiche posteriori; ed è poi lungo quei piani di moltiplicati contatti che maggiormente si manifestarono gli effetti di posteriori movimenti. Non è quindi sorprendente che risultino tanto irregolari i giacimenti ramiferi nelle nostre formazioni serpentinosi; ma è altrettanto evidente che utilità grandissima proviene dalla teorica fondata dal Savi alla industria mineraria, che ha una guida sicura alle sue ricerche nella cronologia relativa degli avvenimenti geologici. Ne porgono solenne esempio i lavori della Società Anglo-Toscana in Libbiano e quelli del sig. Enrico Cojoli in Monte Rufoli, mercè i quali vennero posti in luce molti fatti, che tutti pienamente concordano con quella teorica. E la energia con la quale sono ora condotti quei lavori fa sperare nuova messe di osservazioni, che la fiducia della quale mi onorano i Proprietarii mi dà occasione di raccogliere, e l'amore della scienza e della nazionale industria m'impone di studiare e di pubblicare.

Spontanea intanto emerge una considerazione dalle cose fin qui discorse: è soddisfacente e bello il vedere come l'accurato studio della litologia, della stratigrafia e del plutonismo conduca a quelle stesse conclusioni filosofiche alle quali è oggi arrivata la paleontologia (1). Lo svolgimento della vita vegetale ed animale fu successivo, graduato, lentissimo; e le più grandi modificazioni nelle forme organiche si possono intendere effettuate da quelle stesse cause vitali, da quelle stesse correlazioni degli esseri viventi cogli agenti esteriori e da quelle stesse lotte incessantemente combattute fra gli esseri medesimi per sostenere e prolungare la vita degli individui e delle specie, che sono anche attualmente in azione, purchè si riconosca che il tempo trascorso è incomparabilmente più lungo di quanto la immaginazione ce lo possa raffigurare (2). Così le azioni fisiche e chimiche della natura, lente ma incessanti e prolungate indefinitamente, hanno potuto accumulare effetti che sommariamente

(1) « . . . and perhaps the most important and significant result of palaeontological research has been the establishment of the axiom of the continuous operation of the ordained becoming of living things ». (Palaeontology by R. Owen, 1860, p. 3).

(2) Ch. Darwin. On the origin of species by means of natural selection — 1860.



considerati appariscono grandissimi. Così la continua reazione dell'interno contro all'esterno del nostro pianeta non si manifesta solamente colle violenti commozioni del suolo o colle fragorose eruzioni vulcaniche, nè sono punto da riferirsi a quegli istantanei parossismi gli effetti maggiori di essa reazione. Sono molto più grandi e più importanti quelli che si compiono nel silenzio, nella profondità e nella successione indefinita de' secoli; e basta riconoscere che i più giganteschi sollevamenti e le più meravigliose contorsioni di strati si effettuarono colla lentezza che la soluzione del complicato problema di dinamica terrestre mostra essere stata necessaria, per convincersi della superfluità di molte gratuite ipotesi. Nella natura inorganica, del pari che nella organica, i fenomeni si sono succeduti ordinatamente, lentamente, senza salti e senza interruzioni; le divisioni e le classificazioni più o meno sistematiche, necessarie ai nostri studii, non sono che immagini infedeli della natura; e quanto più si studiano accuratamente i fatti positivi, tanto più numerosi e graduati si trovano i vincoli di connessione fra i termini di luogo, di tempo, di forma e di azione che la ignoranza ci aveva fatto credere definiti e disgiunti.



NOTIZIE GEOLOGICHE E PALEONTOLOGICHE SUI GESSI DI CASTELLINA MARITTIMA IN TOSCANA; PER GIOVANNI CAPELLINI  
 PROF. DI GEOLOGIA NELLA R. UNIVERSITA' DI BOLOGNA.

Dopo aver visitato, geologicamente, parecchie delle più importanti località toscane, approfittando delle brevi vacanze che in certe determinate epoche interrompevano il corso scolastico allorchè studiavo nella Pisana Università, non posso negare di sentire un vivo interesse per quel paese ove mossi i primi passi nell'arduo cammino delle scienze; ed è perciò che dopo una assenza di oltre due anni, nello scorso Settembre (1860) rividi con piacere i monti Pisani e le colline del Volterrano.

Negli ultimi giorni del 1856 visitai per la prima volta i giacimenti del gesso saccaroide, conosciuto col nome di alabastro candido di Volterra, mentre si scava presso Castellina marittima nel compartimento di Pisa, ed a sole 26 miglia da questa città. Fin d'allora, meravigliato che mai si fossero trovati fossili in un terreno, di cui non tardavo a riconoscere l'evidente origine sedimentare e la niuna alterazione subita posteriormente alla sua formazione, avrei ben volentieri intrapreso delle ricerche, se la brevità del tempo e la cattiva stagione non me lo avessero impedito. Ritornato a Pisa esposi francamente la mia opinione ai miei distintissimi amici e maestri Savi e Meneghini, come avevo fatto ai proprietari delle escavazioni sig. Bartolini e Mazzoni, ai quali prodigai consigli ed incoraggiamenti perchè eseguissero i lavori di ricerca, che allora non mi era dato poter intraprendere.

In occasione di una seconda escursione alla miniera di Monte Catini, nel 1857, passando per la Castellina ebbi l'opportunità di rivedere quei terreni gessosi, ed allora mi persuasi talmente di quanto avevo sospettato nell'anno precedente, che ebbi il coraggio d'indicare gli strati nei quali si dovevano fare le ricerche, e la natura degli avanzi organici che vi si sarebbero riscontrati; e per interessare coloro che, dimorando nelle vicinanze avrebbero potuto occuparsene, li avevo assicurati soprattutto della futura scoperta dei pesci fossili. Riescite inutili tante premure, ed anche una lunga lettera scritta allorchè mi trovavo a Parigi, mi recai io stesso sul luogo nel Settembre scorso, col proposito di risolvere la quistione; ed approfittando delle premure che il mio amico sig. Bartolini si diede per me in quella circostanza, il frutto di non lunghe ma accurate ricerche furono i seguenti risultamenti che mi propongo di sviluppare quanto prima con un lavoro speciale.

Il gesso saccaroide o alabastro candido si trova in arnioni più o meno di forma ovoide bernoccoluta, i quali fanno parte di strati gessosi ordinariamente a struttura cristallina tanto meno fina quanto più ci allontaniamo dagli arnioni, che dispongonsi in serie, costituenti due, tre, ed in qualche caso quattro piani, secondo la potenza dello strato gessoso. Una piccola zona di sostanza, argillosa accompagnata da uno straterello di gesso fibro-

so segue i filari degli arnioni di alabastro, sicchè serve di guida ai cavitatori nelle loro ricerche. Quest'argilla ed il gesso fibroso costituiscono un insieme, di appena tre o quattro centimetri di spessore, che dai cavitatori si denomina *traversone* è di cui a suo tempo tenteremo di indagare la origine e conoscere la importanza.

Gli strati gessosi includenti i nuclei alabastrini. alternano con degli strati di marna ora turchiniceia ora di color ceciato, nella quale s'interpongono a quando a quando alcuni straterelli di gesso fibroso di uno a due centimetri di grossezza: questa marna dai cavitatori vien detta *mattajone*, nome impiegato anche per marne ed argille di altre formazioni geologiche. La correlazione fra la potenza degli strati marnosi e quella dei gessosi è inversa, i primi diminuiscono di potenza dall'alto in basso della serie, mentre i secondi aumentano; per farsene una idea, basta gettare uno sguardo sulla serie seguente, la quale ci rappresenta la successione stratigrafica nel più interessante e più profondo dei sedici pozzi scavati sul poggio della Maestà (1).

*Cava della più particolarmente della Maestà  
proprietà dei sigg. Mazzoni, serie dall'alto in basso.*

- |     |  |        |
|-----|--|--------|
| 1°. | Gesso detto panchina, cristallizzato a ferro di lancia. Metri  | 1,50   |
| 2°. | Marna gessosa con filliti, ittioliti, insetti ec. . . . .  | „ 3,03 |
| 3°. | Gesso o panchina più compatta del N. 1. ed includente<br>noccioli alabastrini . . . . .                  | „ 7,00 |
| 4°. | Marna di color grigio scuro e meno fossilifera del N. 2 „  | 1,48   |
| 5°. | Gesso coi caratteri dello strato N. 3. . . . .   | „ 6,00 |
| 6°. | Marna coi caratteri di quella dello strato N. 4. e con<br>pochissime tracce di avanzi organici . . . . . | „ 0,91 |
| 7°. | Gesso . . . . .  | „ 7,50 |
| 8°. | Marna analoga a quella dello strato N. 6. . . . .  | „ 0,92 |
| 9°. | Gesso, strato in parte escavato ma non in tutta la sua<br>potenza . . . . .                              | ?      |

(1) Vedi Savi e Meneghini nell'Appendice alla Memoria del Murchison ec. p. 505.

L'inclinazione degli strati, tanto in questo come negli altri punti esaminati, è di 20° verso OON; la loro potenza varia moltissimo anche a piccola distanza, per ragioni che esporremo in seguito, ma trovasi costante il fatto del relativo spessore del gesso e della marna, come si verifica nel taglio riferito.

Dalla cava della Maestà dirigendosi verso settentrione, si entra nel podere detto dei Casini, e là si trovano strati gessosi assai compatti e di color bigio, i quali da poco tempo si scavano come pietra da taglio. Questi strati unitamente ad altri che stanno più inferiormente, poco a poco assumono i caratteri di marne indurate, le quali includono avanzi di crostacei del sotto ordine dei decapodi brachiuri, altri del gen. *Cypris* e qualche *Neritina*, e costituiscono un insieme che va a sovrapporsi alla serie della cava della Maestà sopra ricordata.

A Cerretello, presso la Farsica, le marne, che terminano superiormente il deposito gessoso, sono sviluppatissime, ed in questa località raccolsi la prima pietra che dovea svelarmi la reale esistenza di avanzi organici nella serie dei gessi di Castellina. Le marne di Cerretello sono di color più o meno cecciato, e per tal carattere si confonderebbero con quello di Guarene e Senigallia, dalle quali differiscono per essere alquanto meno schistose (1); sono in generale fetide allorchè vengano confricate o percosse, fatto che qui è in relazione con la sterminata quantità di gusci di *Cypris* che scorgonsi anche ad occhio nudo: la pietra porco dei toscani, della quale non conosco gli esemplari tipici, ma la sua descrizione, è citata come speciale ai dintorni di Castellina, ed è probabile altro non sia che marna con resti di *Cypris*, forse passati inosservati atteso la loro piccolezza.

Le marne di Cerretello, che d'ora in poi chiamerò *marne a Cypris*, costituiscono un vero strato che si può riconoscere facilmente per il genere di crostacei che vi predomina, e forma

(1) I depositi gessosi di Castellina Marittima sono indubitabilmente contemporanei di quelli di Guarene in Piemonte e del Senigalliese: una quantità di filiti sono identiche in tutte e tre le località, come si vedrà in seguito, il *Leptaeus crassicauda* trovasi alla Castellina come a Guarene e Senigallia, e lo stesso dicasi delle larve di *Libellula doris*. Alla Castellina si avrebbero di più i molluschi d'acqua dolce ed i crostacei, dei quali non è fatta menzione per le altre due località.

un ottimo orizzonte geologico; tali marne abbondano di filiti benissimo conservate riferibili a piante terrestri e palustri, vi si trovano *Melanopsis*, *Neritine* e vi ho pur riscontrato un mal conservato esemplare del grande crostaceo frequente nelle marne dei Casini; nella mia serie le marne di Cerretello si sovrappongono nell'ordine cronologico. Esaminando quanto sta al disopra dello strato a *Cypripis*, trovasi una marna poco diversa dalla sottoposta per i caratteri generali, ma che merita tutta la nostra attenzione per la presenza di granellini di limonite evidentemente derivata dalla epigenesi della pirite, ed oltre ai granellini informi una quantità di modelli interni di *Dreissena*, di piccoli *Cardium* e frammenti di vegetali convertiti essi pure in limonite. A questo strato, i cui avanzi organici atteso il loro modo di conservazione non sarebbe difficile fossero giudicati molto più antichi se non si trovassero in posto, succedono nella serie ascendente altre marne più o meno indurate, le quali si intercalano con gessi di aspetto ben diverso da quelli nei quali sono i noccioli alabastrini. Meno scuri dei gessi degli strati profondi, perchè la materia pura non si concentrò in nuclei speciali, ma restò diffusa in tutta la massa, anche a differenza di quelli sono tinti in roseo ed in carnicino per la presenza dell'ossido di ferro che abbonda singolarmente negli strati che terminano la serie, ed i quali di tenue spessore sono con molta frequenza interposti dalle solite marne, ove peraltro più non si trovano avanzi organici. Agli strati dei quali è parola, nella stessa località si vedono con tutta evidenza sovrapporsi le argille turchine plioceniche con tutti i fossili che le caratterizzano, per cui non v'ha luogo a restare dubbiosi sul posto da assegnare alla serie gessosa, della quale ci siamo finora occupati.

Ritornando adesso allo strato che trovasi nel fondo del pozzo della Maestà, noi saremmo ben desiderosi di vedere su che si poggia, quanti e quali altri strati vi succedano inferiormente, tanto più che i tagli naturali non chiariscono la cosa bastantemente. In ogni modo gettiamo uno sguardo sulla serie di conglomerati ofiolitici del vicino *Santo-al-Poggio*, del *Conventaccio* presso le *Badie*, e del *Botro della Lespa* e noi vi troveremo tali e tanti avanzi organici da non esitare a riferire quelle formazioni al miocene medio o marino di cui il più splendido

esempio saranno sempre i colli di Superga presso Torino. Per non entrare qui nei dettagli riservati ad altra circostanza e per non pensare che a precisare la cronologia dei gessi, dirò che oltre alcuni punti, lungo il Marmolajo, ove si vedono i gessi sovrapporsi alla serie marina, dietro la non dubbia sopra riferita relazione stratigrafica fra essi e le argille plioceniche, non si può che riconoscerli posteriori al miocene marino.

I conglomerati ofiolitici marini ed i calcari grossolani che li accompagnano, unitamente al grande strato di *Ostrea Pillæ* che si formò nell'ultimo periodo di esistenza del mare miocenico, emersero in parte formando piccole isole e colline, delle quali sono appunto esempio Santo-al-Poggio, il Conventaccio ec., e le quali per quel primo movimento non raggiunsero la elevazione alla quale le troviamo oggidì. Il mare divenuto poco profondo nelle vicinanze di quelle terre recentemente emerse, assunse in quei paraggi l'aspetto di vere lagune, nelle quali sgorgarono presto le sorgenti che diedero origine a gessi.

Scomparsa ogni traccia di esseri organici marini, le piante e gli animali lacustri poco a poco vi si stabilirono; fugati, e spenti a quando a quando per opera delle sorgenti stesse. Nella parte più giovane di quella formazione noi vi troviamo la vita sviluppatissima, in ragione che le sorgenti diminuivano d'intensità e che i sedimenti si facevano più regolarmente.

Un successivo lento abbassamento portò un'altra volta il dominio del mare in quelle lagune, e noi vediamo comparire gli abitatori delle acque decisamente salmastre; ma l'abbassamento continuando, la fauna marina finì per surrogare completamente la lacustre, e le conchiglie plioceniche, viventi all'epoca in cui quel fenomeno accadeva, ne hanno lasciato la più valida e splendida testimonianza.

*Nota* Ritornando dalla Castellina, il Prof. Savi mi parlò di pesci fossili scoperti dal march. Strozzi a Limone presso Livorno, ed allora pregai il sig. Caterini a servirmi di guida a quella località. Il sig. Caterini non era più di me informato del preciso giacimento di quei fossili, ma arrivati ad una escavazione di gesso che si fa a taglio aperto, non tardai a riscontrare uno strato marnoso che corrisponde a quello segnato n° 2°. nella serie della Maestà.

Io da certi caratteri litologici, dopo qualche minuto, feci vedere

al sig. Caterini, non solo i pesci ma anche larve di libellula e resti di piante.

È sperabile che la serie completa dei gessi di Castellina serva di orizzonte per lo studio di parecchie altre località.

L'AUTORE



SUL PASSAGGIO DEL FOSFORO DA UNA PARTE ALL'ALTRA  
DELLO STESSO VEGETABILE; DI CORENWINDER.

(*Ann. de Chim. et de Phys.* Settembre 1860 ).

L'Autore comincia dal ricordare alcune sue ricerche già pubblicate fin del 1857 sullo zucchero delle barbe bietole, colle quali era provato che nel momento dello sviluppo delle prime foglie, la radice perde una certa proporzione di zucchero che serve d'alimento agli organi nuovi. Poscia al crescere delle foglie e del caule lo zucchero non diminuisce più sensibilmente nella radice, ma sparisce intieramente quando il seme comincia a formarsi. Anche l'acido fosforico non si riscontra più in una barba bietola quando il seme comincia a formarsi. Saussure, e recentemente il Prof. Garreau di Lilla hanno provato che le ceneri di tutte le foglie giovani sono ricche di acido fosforico, il quale non si riscontra più che in piccolissima quantità dopo la maturazione dei semi. Le ricerche recenti dell'Autore provano che le ceneri delle giovani foglie delle barbe bietole contengono 12,74 per 100 di acido fosforico, cioè, presso a poco quella quantità che esiste nella radice prima che la vegetazione cominci. Quando i semi sono maturi, l'acido fosforico è scomparso in tutte le parti del vegetabile e non è più che nei semi. Nei giovani piselli si ha un risultato analogo. Le ceneri delle giovani foglie contengono 27,46 per 100 di acido fosforico, mentre le ceneri dei cauli secchi, dopo la maturazione dei semi non contengono che 4,44 per 100 di acido fosforico. Così le prime foglie delle fave danno una cenere che contiene 24,62 per 100 di acido fosforico, il quale non esiste più quando i semi sono maturi. *L'elemento fosforato* non si fissa dunque nei tessuti e non fa che traversarli essendo destinato ad altro fine.

Sappiamo da lungo tempo che le giovani foglie sono ricche di materia azotata, la quale contiene una gran quantità di fosforo. Questi due elementi sono dunque uniti nel tessuto vegetabile in un composto ancora sconosciuto.

Lavando un vegetabile coll' acqua fredda si discioglie una gran quantità di fosfati alcalini etérosi; ma se invece si usa acqua bollente allora questa non discioglie più i fosfati che restano combinati coll' albumina coagulata. Ne risulta che la materia azotata delle piante giovani destinate nell' alimentazione a produrre la carne muscolare è associata al fosforo che entra nelle ossa; invece le parti vegetabili che non sono più proprie alla nutrizione non contengono più nè materia azotata nè fosforo, come avviene di tutte le piante dopo la maturazione dei grani. Anche le materie vegetabili che le piante rigettano come escrezione non contengono acido fosforico. Il succo ascendente o nutritivo contiene quest'acido e siccome non ne esiste nel succo discendente, si può concludere che il fosforo è assimilato dalla pianta.

Riducendo in cenere i residui delle polpe di carote o di barbe bietole lavate coll' acqua fredda fino a togliere tutta la materia solubile, non vi si trovano fosfati, ma solamente calce e silice. Si potrebbe quindi dire che le ossa degli animali devono la loro solidità ai fosfati terrosi e che le così dette ossa dei vegetabili devono la loro solidità alla silice e alla calce. Si può dunque concludere che i fosfati traversano i tessuti vegetabili, circolano nei vegetabili, ma non fanno parte dei tessuti stessi. Quindi distinguendo gli elementi organici dei vegetabili in due principii, cioè, il principio *pectico* e il principio *proteico*, il primo molto azotato e il secondo non azotato, si dovrebbe dalle esperienze riferite aggiungere che il primo contiene molto fosforo e che il secondo ne è interamente privo.

L' Autore ricorda che è scoperta l' esistenza dell' acido fosforico nelle ceneri delle alghe e delle altre piante marine. E siccome non si trova quantità sensibile d' acido fosforico nell' acqua di mare si deve ammettere che i fosfati di quelle piante sono dovuti alle materie animali distrutte che si riscontrano presso le spiagge e a cui è dovuta l' apparenza gelatinosa della schiuma delle coste.



Finalmente l'Autore ha trovato che il polline di molti fiori contiene molto acido fosforico, ciò che stabilisce un'analogia molto notevole fra il seme animale e il seme vegetabile.



RICERCA SUL MODO DI NUTRIZIONE DELLE MUCEDINEE;  
DI L. PASTEUR.

( *Comptes Rendus*, 12 Novembre 1860 ).

Ci affrettiamo di dar parte ai nostri lettori di alcuni nuovi risultati ottenuti da questo illustre chimico continuando nelle sue celebri ricerche sulle fermentazioni che sono il più bello acquisto fatto dalla scienza in questi ultimi tempi.

Nell'acqua distillata pura sciolgo, dice l'Autore, un sale acido d'ammoniaca cristallizzato, dello zucchero candito e dei fosfati provenienti dalla calcinazione del lievito di birra. Poi semino nel liquido alcune spore di *Penicillium* o di una mucidinea qualunque. In pochi giorni, le spore, che hanno subito germogliato, riempiono il liquido di fiocchi di *micelio* che si distendono alla superficie, dove poi producono le fruttificazioni. Lo zucchero dà il carbonio alle giovani piante, l'ammoniaca, l'azoto ed i fosfati la materia organica: Basta che qualunque dei tre alimenti manchi, perchè quella vegetazione non si effettui. Vi è dunque, quanto all'assimilazione dell'azoto e dei fosfati, una completa analogia fra i fermenti, le mucedinee e le piante di un organismo complicato. Scoprendo ciò che avviene in quegli organismi vegetabili così infimi, nei quali la pianta è ridotta quasi allo stato cellulare, la scienza è condotta a scoprire i fenomeni proprii alla cellula, cioè all'organo elementare di ogni vegetabile e di ogni animale.



*Segue la continuazione e fine della Memoria: TEORIA DINAMICA DEL CALORICO,*  
DEL DOTT. DOMENICO TURAZZA.

Nelle esperienze citate, in luogo di un orificio avvi un turaccio spugnoso di sostanza non conduttrice del calorico; ed è scelto il turaccio di sostanza spugnosa, per esempio cotone, invece di un semplice orificio, perchè il lavoro sviluppato del fluido che si espande sia immediatamente spento dall'attrito senza che alcuna apprezzabile porzione del medesimo sia temporariamente impiegata a ingenerare la forza viva ordinaria od a produrre il suono: ed è poi scelta la sostanza non conduttrice del calorico allo scopo di diminuire quanto è più possibile tutte le perdite per la conduzione sia fra l'aria dall'uno dei lati e quella dall'altro lato, sia fra il gas e la materia circostante. L'uso della sostanza spugnosa non conduttrice permette anche di supporre che la conversione del calorico in forza viva ordinaria, e di questa in calorico si effettui ad ogni singolo istante, e che la temperatura non varii che per la sola parte che resta definitivamente convertita in lavoro.

Un bagno in cui trovasi immerso il tubo alla temperatura del gas scorrente pel tubo stesso, ch'è il più possibilmente la temperatura esterna, è ordinato a mostrare il guadagno o la perdita di calorico che avviene durante le trasformazioni che si succedono nel tronco interrotto del turaccio citato.

Nelle varie esperienze si misurarono accuratamente le tensioni e i volumi del gas che passano per ogni unità di tempo nei due tronchi dove il moto è già uniforme e le dette quantità costanti, e la differenza fra la temperatura del bagno e quella della corrente d'aria uscente del turaccio spugnoso, differenza che i detti Autori chiamano *effetto refrigerante* ( the cooling effect ), e ch'è proporzionale alla quantità di calorico che dovrebb'essere comunicata ad ogni chilogramma della corrente di gas ch' esce dal turaccio spugnoso a far sì che la sua temperatura diventi eguale a quella del bagno; ossia, ch'è lo stesso, alla quantità di calorico che converrebbe aggiungere ad ogni chilogramma della detta corrente a far sì che abbandonasse il turaccio spugnoso colla stessa temperatura con cui è entrata, temperatura ch'è appunto quella del bagno.

Ciò premesso, ecco come le dette esperienze possono servirci allo scopo che ci siamo proposti. ( Veggasi Thomson *on the Dynamical Theory of Heat*. — *Philosophical Maga-*

zine — Furth Series, Vol. 4°. fascicolo Dicembre 1862, pag. 430 ).

72. Sia  $t$  la temperatura del bagno e quindi del gas scorrente uniformemente pel primo e pel secondo tronco del tubo, misurata da un perfettissimo termometro ad aria; sieno  $p_0$  e  $p_1$  le tensioni del gas nei detti tronchi,  $u_0$  ed  $u_1$  i volumi che nei detti tronchi passano per ogni sezione nell'unità di tempo; sieno  $p$  e  $v$  la tensione e il volume che passa nel tempo uno per la sezione generica nel tronco interrotto dal diafragma e nel quale si succedono le accennate conversioni; sia finalmente  $\Delta\theta$  l'effetto refrigerante in gradi centigradi; e quindi, se  $K$  è la capacità calorifica del gas, sia  $K\Delta\theta$  il detto effetto in unità di calorico.  $K\Delta\theta$  rappresenterà la quantità di calorico che conviene comunicare alla massa uno del fluido fluente pel foro a portare la sua temperatura a  $t$ ; la quale quantità di calorico aggiunta a quella prodotta dall'attrito, darà la quantità totale di calorico che dev'essere assorbito per produrre il finale lavoro dinamico.

Ora invece che le due parti del tubo sieno separate dall'orificio, si supponga che lo sieno da un embolo scorrente lungo il tubo, e che il volume  $u_0$  del fluido dalla parte della tensione  $p_0$  sia racchiuso fra un altro embolo esso pure scorrente liberamente pel tubo, e che i due emboli scorrano così che il secondo giunga nell'unità di tempo al luogo occupato dal primo, e che nel frattempo il fluido racchiuso fra i due emboli si sia dilatato fino a raggiungere il volume  $u_1$ , e la tensione  $p_1$ , assorbendo tanto calorico quanto è necessario a conservargli inalterata la temperatura; dopo ciò si supponga tolto l'embolo dalla parte della tensione  $p_1$ , e che si lasci il fluido continuare liberamente il suo movimento: così si supponga aver luogo per tutti i successivi volumi. L'effetto finale sarà il medesimo, la sola differenza sta in ciò che in questo caso la trasmissione del fluido si opera senza alcuna perdita di lavoro dinamico per l'attrito del fluido.

Ora la quantità di calorico assorbito per l'espansione fra i due emboli è

$$\int_{u_0}^{u_1} \left( \frac{dQ}{dv} \right) dv = A \frac{1}{\mu} \int_{u_0}^{u_1} \left( \frac{dp}{dt} \right) dv ,$$

il lavoro dinamico dato dall' embolo

$$\int_{u_0}^{u_1} p dv + p_0 u_0 - p_1 u_1 ,$$

che corrisponde ad una quantità di calorico

$$A \left\{ \int_{u_0}^{u_1} p dv + p_0 u_0 - p_1 u_1 \right\} .$$

Se ora la trasmissione si eseguisca invece attraverso ad un orificio, questo lavoro sarà perduto come lavoro dinamico esterno e impiegato a ingannare l'ordinaria forza viva, che si convertirà in calorico a cagione dell' attrito, e quindi, per ciò che si è detto sopra:

$$KA\delta + A \left\{ \int_{u_0}^{u_1} p dv + p_0 u_0 - p_1 u_1 \right\} = A \frac{1}{\mu} \int_{u_0}^{u_1} \left( \frac{dp}{dt} \right) dv ,$$

da cui

$$(XXV) \mu = \frac{\int_{u_0}^{u_1} p dv}{\int_{u_0}^{u_1} \left( \frac{dp}{dt} \right) dv} + \frac{K.\delta + p_0 u_0 - p_1 u_1}{\int_{u_0}^{u_1} \left( \frac{dp}{dt} \right) dv} .$$

73. Per poter usare della precedente formola alla determinazione del valore di  $\mu$  sarebbe mestieri di conoscere la legge che nel tronco DE, fig. 18, lega le quantità  $p, v$ , e  $t$ ; legge che noi non conosciamo che approssimativamente e non più; però siccome le variazioni mostrate dall'esperienza nella detta legge sono pei gas permanenti, e per l'aria principalmente, assai piccole, così possiamo valerci della legge stessa, almeno per determinare un medio valore di  $\mu$  abbastanza prossimo al vero da potersi usare senza tema di grosso errore nella maggior parte dei casi pratici.

Suppongasi dunque verificarsi nel tronco DE la legge di Mariotte e di Gay-Lussach, e che sia C il valore inverso del coefficiente di dilatazione alla temperatura e alla tensione delle esperienze, si avrà

Vol. XII.

$$p \cdot v = H(c + t),$$

essendo  $H$  una costante, e quindi

$$\mu = c + t + \frac{K \cdot \delta}{H \cdot \log. \frac{u_1}{u_0}} - \frac{p_1 u_1 - p_0 u_0}{H \cdot \log. \frac{u_1}{u_0}},$$

od anche

$$(XXV) \quad \mu = c + t + \frac{K \cdot \delta}{H \cdot \log. \frac{p_0}{p_1}} - \frac{p_1 u_1 - p_0 u_0}{H \cdot \log. \frac{p_0}{p_1}},$$

potendosi, attesa la piccolezza delle quantità  $K\delta$  e  $p_1 u_1 - p_0 u_0$ , usare nel denominatore il suo valore approssimativo.

Ora, trattandosi dell'aria atmosferica, secondo le esperienze di Regnault,  $c$  diminuisce al crescere della tensione; per essendo 272,85 per medio fra  $0^\circ$  e  $100^\circ$  alla tensione di una atmosfera, è invece 270,92 a tre atmosfere ed un terzo; e così pure, secondo il medesimo, al crescere della tensione cresce invece la quantità

$$\frac{p_1 u_1 - p_0 u_0}{H \cdot \log. \frac{p_0}{p_1}}$$

Le esperienze poi di Joule e Thomson mostrarono che al crescere della tensione cresce pure il termine

$$\frac{K \cdot \delta}{H \cdot \log. \frac{p_0}{p_1}},$$

per cui le variazioni della quantità

$$C + \frac{K \cdot \delta}{H \cdot \log. \frac{p_0}{p_1}} - \frac{p_1 u_1 - p_0 u_0}{H \cdot \log. \frac{p_0}{p_1}},$$

al variare della tensione in parte si compensano fra di loro, cosicchè per esempio a 16° centigradi circa, per tensioni varie da una a quattro atmosfere circa la predetta quantità ha il valore costante

$$273^{\circ},68,$$

con error medio appena di 0°,25.

Per ciò noi possiamo ritenere con grandissima probabilità a zero gradi essere

$$\mu_0 = 273,7,$$

e quindi per la (XXV) il valore approssimato di  $\mu$  a  $t$  gradi di un esatto termometro ad aria essere

$$(XXVI) \quad \mu = 273,7 + t,$$

e quindi

$$(XXVII) \quad T = 273,7 + t \text{ calorie.}$$

74. I precedenti valori di  $\mu$  e  $T$  non si possono ritenere abbastanza esatti che per temperature non molte distanti da zero, per le altre temperature essi probabilmente subirono delle piccole variazioni, ma io non conosco esperienze le quali valgano ad accertare il loro valore alle varie temperature; solo sembra che le dette variazioni non possano essere mai molto grandi, e che con ogni probabilità si possano sempre trascurare nelle più comuni applicazioni delle formule generali date superiormente alle macchine termodinamiche, specialmente, lo ripetiamo, in confronto alle difficoltà pratiche di accertare il valore numerico di altri elementi, e di soddisfare pienamente a tutte le condizioni teoriche del problema.

Per mostrare la probabilità che le dette variazioni nei valori di  $\mu$  e  $T$  sieno sempre piccolissime, mi accontenterò di accennare qui il tentativo fatto dal Thomson di ridurre in formula empirica il valore di  $t$  espresso per  $T$  fondandosi sopra i dati delle esperienze di Regnault circa il coefficiente di espansione dell'aria a differenti densità, sopra i risultamenti del medesimo intorno alla compressibilità dell'aria, e finalmente sopra i dati raccolti dalle sue stesse esperienze intorno agli ef-

fatti termici dei fluidi in moto; tentativo che si troverà sviluppato con ogni dettaglio nella quinta sezione della Memoria dello stesso Autore già più volte citata superiormente. Secondo la detta formola si avrebbero le relazioni consegnate nella tavola seguente:

$t$	$T - t$	$t$	$T - t$	$t$	$T - t$
0°	273,70	100°	273,70	220°	273,95
20°	273,66	120°	273,73	240°	273,99
40°	273,65	140°	273,77	260°	274,04
60°	273,65	160°	273,81	280°	274,09
80°	273,67	180°	273,86	300°	274,14
		200°	273,90		

Dall'esame della predetta tavola risulta che, secondo ogni probabilità, in base delle esperienze finora note, si possono ritenere per medio come abbastanza esatti i valori dati superiormente, ricorrendo tutto al più alla tavola precedente tutte le volte in cui si potesse desiderare un'approssimazione alcun poco maggiore.

(B) Valore di  $\frac{1}{A}$ .

75. Resta finalmente che noi vediamo in qual modo può determinarsi il valore dell'equivalente calorifico  $\frac{1}{A}$ , e quale ne è il suo valor più probabile. A quest'uopo lasceremo da parte gli esperimenti di Joule intorno agli effetti calorifici dell'elettro-magnetismo, perchè, sebbene si prestino maravigliosamente alla dimostrazione del fatto fondamentale della nostra teoria, pure non pare a me che possano egualmente bene servire alla determinazione numerica dell'equivalente calorifico, attesa l'incertezza un po' grande dei dati relativi, e ci varre-

mo invece degli esperimenti dello stesso Joule intorno al calorico sviluppato dall'attrito, ed al calorico prodotto dalla condensazione e dalla rarefazione dell'aria che si trovano nelle due Memorie seguenti dello stesso Autore.

1.<sup>a</sup> *On the Mechanical Equivalent of Heat* — *Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1850*, Parte I. pag. 60.

2.<sup>a</sup> *On the changes of temperature*, ec. citata al § 70.

76. Agitando un liquido qualunque, soffregando due corpi l'un contro l'altro, il liquido e i due corpi si riscaldano pel lavoro speso nell'agitare il liquido, nel soffregare i due corpi che si è convertito in calorico. Misurando accuratamente il lavoro speso e il corrispondente aumento di temperatura di Joule determinò l'equivalente calorifico con una serie di esperienze condotte colla massima diligenza e consegnate nella prima delle Memorie sopra citate, alla quale rimanderemo chi desiderasse di esaminarne tutto il dettaglio, accontentandoci qui di riportarne i risultamenti finali; solo abbiamo tenuto conto, mediante la solita teoria degli errori, del peso relativo delle singole osservazioni, perchè sieno assai più probabili i medii finali. I risultamenti del Joule si possono riassumere nelle conseguenze seguenti:

(a) Agitando dell'acqua

Numero delle esperienze . . . . . = 40

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . . = 423,92

Error medio delle singole osservazioni pure in

chilogrammetri . . . . . = 7,24

Peso relativo delle osservazioni . . . . . = 1712,96

(b) Agitando del mercurio

Prima serie

Numero delle esperienze . . . . . = 20

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . . = 423,99

Error medio delle singole osservazioni in chi-

logrammetri. . . . . = 44,42

Peso relativo delle osservazioni . . . . . = 45,56;



**Seconda serie**

Numero delle esperienze . . . . . = 30

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . . = 425,38

Error medio delle singole osservazioni in chilogrammetri . . . . . = 12,70

Peso relativo delle osservazioni . . . . . = 561,07.

**(c) Sfregando ghisa con ghisa.****Prima serie**

Numero delle esperienze . . . . . = 10

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . . = 426,25

Error medio delle singole osservazioni in chilogrammetri . . . . . = 134,46

Peso relativo delle osservazioni . . . . . = 5,013

**Seconda serie**

Numero delle esperienze . . . . . = 10

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . . = 424,60

Error medio delle singole osservazioni in chilogrammetri . . . . . = 68,65

Peso relativo delle osservazioni . . . . . = 19,12

Secondo i dati precedenti si ha

facendo concorrere tutte le esperienze

Numero delle esperienze . . . . . = 110

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . . = 424,29

Error medio del medio aritmetico in chilogr. . = 1,27.

Che se lasciamo da parte le esperienze che si riportano allo sfregamento della ghisa contro ghisa, sul dubbio che un qualche lavoro non stimato sia stato consumato nello staccare alcune particelle del metallo, come è avvertito dallo stesso Joule, avremo

Numero delle esperienze . . . . . = 90

Valore medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . . = 424,27

Error medio del medio aritmetico in chilogr. = 1,16

Ed è quest' ultimo valore a cui noi daremo più volentieri la preferenza.

77. Del fatto che comprimendo un corpo qualunque esso si riscalda, e dilatandosi, vincendo una corrispondente pressione esterna, si raffredda pel lavoro dinamico che si converte in calorico nel primo caso, e pel calorico attuale del corpo che si converte in lavoro dinamico nel secondo, lo stesso Joule nella seconda delle sue Memorie sopra citate, dedusse pure il valore dell' equivalente calorifico computando il calorico generato nella compressione di una massa d' aria, o perduto nella rarefazione e confrontandolo col corrispondente lavoro speso o guadagnato. L' esame della predetta memoria conduce alle conclusioni seguenti:

(a) Mediante la compressione dell' aria

Prima serie .

Numero delle esperienze . . . . .	=	6
Valore medio di $\frac{1}{A}$ in chilogrammetri . .	=	451,52
Error medio delle singole osservaz. in chil. =		11,21
Peso relativo delle osservazioni. . . . .	=	815,90

Seconda serie

Numero delle esperienze . . . . .	=	5
Valore medio di $\frac{1}{A}$ in chilogrammetri . .	=	436,16
Error medio delle singole osservaz. in chil. =		4,26
Peso relativo delle osservazioni. . . . .	=	5243,05

(b) Mediante la rarefazione dell' aria

Prima serie

Numero delle esperienze . . . . .	=	6
Valore medio di $\frac{1}{A}$ in chilogrammetri . .	=	449,87
Error medio delle singole osservaz. in chil. =		10,09
Peso relativo delle osservazioni. . . . .	=	992,45

Seconda serie

Numero delle esperienze . . . . .	=	7
Valor medio di $\frac{1}{A}$ in chilogrammetri . .	=	446,58

Error medio delle singole osservaz. in chil. = 9,40

Peso relativo delle osservazioni . . . . = 1128,67

Terza serie

Numero delle esperienze . . . . . , = 7

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . = 416,96

Error medio delle singole osservaz. in chil. = 3,42

Peso relativo delle osservazioni . . . . = 7444,16

Combinando insieme i dati precedenti, si avrà definitivamente

Numero delle esperienze . . . . . = 31

Valor medio di  $\frac{1}{A}$  in chilogrammetri . . = 429,43

Error medio del medio in chilogrammetri = 1,02

L'accordo di quest'ultimo valore con quello trovato precedentemente è per certo superiore a quanto si sarebbe potuto impromettersi da esperienze delicatissime, e sulle quali hanno tanta influenza i possibili errori di osservazione.

78. Senza voler qui richiamare tutti i metodi usati per la determinazione dell'equivalente calorifico, ci limiteremo a mostrare l'uso delle formole date ai paragrafi 58 e 63; locchè varrà anche ad appoggiare sempre più il principio fondamentale della presente teoria. Ci serviremo per ciò delle esperienze fatte col mezzo dell'acqua.

Al § 58 abbiamo dimostrata l'equazione

$$r = A (s - \sigma) \mu \cdot \left( \frac{dp}{dt} \right),$$

e, se diciamo  $\pi$  il peso di un metro cubo di acqua alla temperatura  $t$ , e  $\pi q$  il peso pure di un metro cubo di vapore al suo massimo di densità e alla temperatura  $t$ , essa si muterà nell'altra

$$r = \frac{A(1-q)}{\pi q} \mu \cdot \left( \frac{dp}{dt} \right),$$

da cui

$$A = \frac{\pi q}{1-q} \cdot \frac{r}{\pi \left( \frac{dp}{dt} \right)}.$$

In questa equazione, stando alla definizione data di  $r$ , il suo valore si troverà così. Chiamando  $\lambda$  la quantità di calorico necessaria ad elevare un chilogrammo di acqua da  $0^\circ$  a  $t^\circ$  e poi ad evaporarla a questa temperatura, e  $c$  il calorico specifico dell'acqua, sarà

$$r = \lambda - \int_0^t c \cdot dt.$$

Ora per le esperienze di Regnault si ha

$$\lambda = 606,5 + 0,305 \cdot t,$$

$$c = 1 + 0,00004 \cdot t + 0,0000009 \cdot t^2$$

quindi

$$r = 606,5 - 0,695 \cdot t - 0,00002 \cdot t^2 - 0,0000003 \cdot t^3.$$

In quanto ai valori di  $\left( \frac{dp}{dt} \right)$  si avranno dalle esperienze di Regnault:  $\mu$  dalla tavola da noi riportata al §. 74;  $\pi$  dalle esperienze di Despretz o di Hagen; ma non si hanno ancora esperienze dirette le quali servano a trovare i valori di  $q$  alle varie temperature. Noi però abbiamo il dato di Gay-Lussac che alla temperatura  $100^\circ$  sotto la normale pressione atmosferica corrispondente a 760 millimetri di mercurio il volume del vapore d'acqua è 1696 volte il volume di un egual peso di acqua presa al suo massimo di densità. Partendo da questo dato poniamo

$$t = 100.$$

Allora, in base delle esperienze di Hagen (*Ueber die Ausdehnung des destillirten Wassers*, ec. — Accademia di Berlino,

anno 1855 ), le quali dicono che un volume uno di acqua a 4° cent. diventa 1,042969 a 100°, avremo

$$\pi = 958,8015 \text{ chil. ,}$$

e quindi pel dato riportato sopra di Gay-Lussac

$$q = 0,000614958 ,$$

e per la formola superiore

$$r = 536,5 .$$

Dalle esperienze poi di Regnault si ha per  $t = 100$

$$\left(\frac{dp}{dt}\right) = 27,2 \text{ mill. di mercurio ,}$$

che valutati in chilogrammi sopra un metro quadrato, come lo esige la formola, daranno

$$\left(\frac{dp}{dt}\right) = 369,526 \text{ chil. ;}$$

di più pel §. 74 sarà

$$\mu = 373,7 .$$

Sostituendo questi numeri nella formola superiore si avrà

$$\frac{1}{A} = 436,27 .$$

79. Finalmente come applicazione delle formole date al §. 63 ci faremo a calcolare il valore di  $\frac{1}{A}$  in base delle esperienze di Seguin l'ainé, che sono riportate nel volume 25 del *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Adopreremo a quest'uopo la formola approssimata (L)', e in luogo del  $\left(\frac{dp}{dT}\right)$

il  $\left(\frac{dp}{dt}\right)$  rimarcando che allora la quantità

$$\frac{p}{\left(\frac{dp}{dt}\right)}$$

[ sta in luogo dell'altra

$$\frac{1}{\mu} \frac{p}{\left(\frac{dp}{dT}\right)} T,$$

e siccome  $\mu$  è un numero astratto, così la quantità stessa rappresenta unità di calorico. Il  $p$  e il  $\left(\frac{dp}{dT}\right)$  li prenderemo dalle tavole di Regnault.

Secondo le predette esperienze, lasciando dilatare il vapore dell'acqua a zero trasmissione, il lavoro esterno sviluppato per ogni grado sarebbe

da 180° cent. a 160° cent. .	=	chilogrammetri	395
» 160° » 140° » .	=	»	412
» 140° » 120° » .	=	»	440
» 120° » 100° » .	=	»	472
» 100° » 80° » .	=	»	529.

Per la prima delle dette esperienze sarà dunque

$$m_1 = 1, c = 1, T_1 = 453,7, T_2 = 433,7, W = 7900^{\text{km}}.$$

Dalle tavole di Regnault si avrà

$$p_1 = 7546,39 \text{ mm. di mercurio} \quad \left(\frac{dp}{dt}\right)_1 = 173,425 \text{ mm. di mercurio}$$

$$p_2 = 4651,62 \quad \left(\frac{dp}{dt}\right)_2 = 118,460$$

e dalla formula del paragrafo precedente

$$r_1 = 479;$$

con questi dati la formola (L)' darà

$$\frac{1}{A} = 418,82^{\text{km}}.$$

Calcolando nella medesima maniera tutte le altre esperienze, si avrà successivamente

$$\frac{1}{A} = 404,83^{\text{km}},$$

$$\frac{1}{A} = 417,54^{\text{km}},$$

$$\frac{1}{A} = 396,49^{\text{km}},$$

$$\frac{1}{A} = 409,05^{\text{km}}.$$

Delle quali prendendo il medio si avrà

$$\frac{1}{A} = 409,35^{\text{km}},$$

con un

error medio delle singole determinazioni .  $9,25^{\text{km}}$

error medio del medio aritmetico . . .  $4,14^{\text{km}}.$

Se si prende il medio dei due valori trovati in questo e nel precedente paragrafo si avrà

$$\frac{1}{A} = 422,81$$

con piccolissima differenza coi valori assegnati superiormente.

80. Molte altre esperienze vennero intraprese in varii luoghi da varii e abilissimi osservatori allo scopo di determinare

il valore numerico del detto equivalente calorifico, e se alcuna condussero a valori sensibilmente differenti dal valer medio e più probabile da noi dato al §. 76, non credo poter questo infirmare menomamente il principio fondamentale assunto, ma doversi invece attribuire queste differenze alla difficoltà delle esperienze, ed al non aver potuto tenere esatto conto di tutte le circostanze influenti.

Dopo quante si è veduto nei precedenti paragrafi credo poter essere pienamente autorizzati a ritenere per ora come abbastanza esatto il numero 424,27, od anche solo 424, che nei, con altri, diremo *l'équivalente di Joule* in riconoscenza delle fatiche così luminosamente spese da questo abilissimo osservatore.

E qui pongo fine a questa prima Memoria ordinata a porgere una completa esposizione della teoria dinamica del calorico, riserbandomi a tempo opportuno, e quando sieno per permettermelo le molteplici mie occupazioni, a dare la teoria delle macchine termo-dinamiche in altre separate Memorie.



#### INVITO ALLA SOTTOSCRIZIONE PER LA *FONDAZIONE-HUMBOLDT*.

À travers les siècles on a vu surgir, isolés, ces hommes qui, comme Aristote, comme Leibnitz, allaient sans cesse cherchant, analysant, synthétisant, et représentant en eux-mêmes la science multiple de leur temps: Alexandre de Humboldt, hardi, diligent, au regard profond, à l'esprit ample, fécond en idées et lumineux, doit prendre rang parmi ces génies rares et puissants qui sont l'orgueil et la gloire de leurs contemporains des deux hémisphères du globe. Ce qu'il a fait naître dans le monde de la science ne mourra pas; il ira au contraire engendrant et se perpétuant par sa propre vertu. Mais sa place dans la vie est devenue vide, et cette amitié toujours prête à seconder les talents, ce zèle infatigable et ardent à en-



courager l'exercice des forces scientifiques de chaque pays, se sont évanouis avec lui. Il n'est personne qui, prenant la succession d'Alexandre de Humboldt, puisse prêter au progrès, sous toutes ses formes, l'appui généreux qu'il lui accordait; et cependant il est très-naturel de désirer qu'on étende bien au delà de sa vie et qu'on perpétue le noble côté de sa grande activité.

Voilà comment est né le projet de réaliser, sous le nom de Fondation-Humboldt, une fondation de reconnaissance, ayant pour destination d'assurer un appui efficace à tous les talents éprouvés, partout où il se pourront trouver, et dans toutes les directions dans lesquelles Alexandre de Humboldt déploya son activité scientifique, spécialement dans les travaux, les recherches scientifiques et les lointaines voyages. On a proposé de confier au corps scientifique auquel de Humboldt a appartenu pendant près de soixante ans, auquel il a prêté jusqu'à la fin de sa vie son fidèle et actif concours, qui, quelques semaines encore avant sa mort, entendait dans l'une de ses séances, sa vivifiante parole, à l'Académie royale des sciences de Prusse, à Berlin, l'organisation de cette fondation. L'Académie s'est déclarée prête à répondre à l'appel qui lui était fait; à tracer un plan et des statuts de la fondation en rapport avec le capital que l'avenir mettra à sa disposition; à s'entendre avec le comité pour une constitution définitive; à se charger du soin d'attribuer des allocations convenables et dignes aux hommes de talent déjà éprouvé ou riche d'avenir.

En poursuivant ce noble but, nous n'ignorons point que nous rencontrerons des difficultés; mais nous ne nous en effrayons pas, heureux de poursuivre la mission éternellement pacifique de la science qui doit être un grand lien d'union entre tous les peuples. C'est pour rendre hommage à la mémoire digne de reconnaissance d'Alexandre de Humboldt, et dès lors ce ne peut pas être un projet impossible, que nous prions les souverains et les princes qui l'ont honoré; les citoyens de l'état auquel il appartient par sa naissance, les amis éclairés de la science qui l'ont admiré, les savants que son esprit centralisateur réunissait comme en un faisceau autour de lui, les centres de commerce et d'industrie auxquels ses investigations

et ses relations ont grandement profité, les hommes éminents de l'Europe civilisée au milieu desquels il a travaillé, et ceux des villes des deux mondes qu'il éclairait scientifiquement et auxquels il ouvrit les voies de l'avenir; de s'unir efficacement pour consacrer à son nom un monument vivant qui, de génération en génération, aille promouvant sans cesse les intérêts et les progrès de la science.

C'est dans ce sentiment que nous nous enhardissons à faire appel aux capitaux pour réaliser la Fondation-Humboldt. Nous prions qu'on veuille adresser les fonds à la maison de banque Mendelssohn et C<sup>ie</sup> de Berlin. Les soussignés sont prêts, chacun de leur côté, à recueillir les souscriptions et à en faire parvenir le montant à la caisse centrale. Le capital réuni sera placé et régi comme le sont les biens des mineurs; ses revenus annuels seront appliqués aux destinations ci-dessus énoncées.

Dans six mois nous ferons un premier rapport public.

Berlin, 28 Juin 1839.

#### Lè comité de la Fondation-Humboldt.

Abeken,  
conseiller intime de légation.

v. Bethmann-Holweg,  
ministre de l' instruction publique.

Boeckh,  
conseiller intime de régence, professeur secrétaire de l' académie des sciences.

v. Bunsen,  
conseiller intime actuel.

v. Bergh,  
colonel et chef de l' état major des gardes du corps.

Dove,  
professeur, membre de l' académie des sciences, vice-président du comité.

Lepsius,  
professeur, membre de l' académie des sciences.

G. Magnus,  
professeur, membre de l' académie des sciences président du comité.

A. Mendelssohn,  
conseiller intime de commerce, trésorier du comité.

Prince B. Radzwill,

L. Reichenheim,  
Conseiller de commerce.

C. Ritter,  
professeur, membre de l' académie des sciences.

**E. du Bois Reymond,**  
professeur, membre de l'Académie  
des sciences.

**Ehrenberg,**  
professeur, secrétaire de l'academie  
des sciences.

**Encke,**  
professeur, directeur de l'observatoire,  
secrétaire de l'academie des sciences.

**Flottwell,**  
ministre d'état.

**Haupt,**  
professeur, membre de l'académie  
des sciences, second secrétaire  
du comité.

**Krausnick,**  
conseiller intime supérieur de ré-  
gence, premier maire de Berlin.

**Stüler,**  
conseiller intime supérieur au dé-  
partement des travaux publics.

**Trendelenburg,**  
professeur, secrétaire de l'academie  
des sciences, secrétaire du comité.

**Virchow,**  
professeur.

**Wagner,**  
consul de Suède et Norvège.

**v. Willisen,**  
lieutenant général et grand écuyer  
de S. M. le roi de Prusse.

—



Fig. 4.

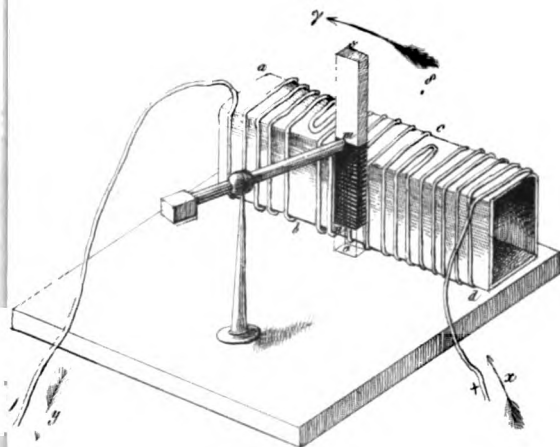
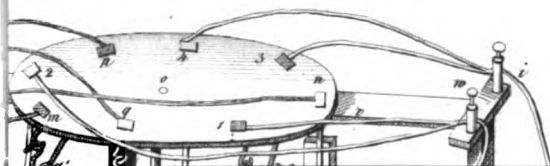


Fig. 7.



THE NEW YORK  
PUBLIC LIBRARY  
ASTOR LENOX  
TILDEN FOUNDATION



## SULL' ENDOSMOSI ELETTRICO; NOTA DI C. MATTEUCCI.

È nota ai fisici un'esperienza di Porret, dalla quale risulta che facendo passare una corrente elettrica in un recipiente diviso in due compartimenti da un diaframma poroso e pieno di un liquido poco conduttore, dopo un certo tempo la massa liquida in contatto dell'elettrodo positivo è diminuita, essendosi raccolta nel compartimento in cui pesca l'elettrodo negativo. Anche Becquerel, poco dopo a Porret, rese sensibile questa specie di trasporto del liquido nel senso della corrente formando il diaframma con una tela e con uno strato di argilla molle; il passaggio della corrente faceva intorbidare coll'argilla trasportata il liquido in cui era immerso l'elettrodo negativo.

Dovendo istituire alcuni studi pratici sulle pile di Daniell usate nei nostri Uffici telegrafici, mi è occorso di fare alcune esperienze sopra questo fatto di Porret e siccome mi sembrano atte a rischiarare la natura del fatto stesso, mi sono indotto a descriverle in questa nota. Ricorderò prima che Wiedemann ha dato recentemente in una lunga serie di importanti ricerche le leggi del fenomeno ed ha dimostrato rigorosamente quello che imperfettamente sapevamo già, cioè, che la quantità di liquido che sotto l'azione della corrente lascia la cavità dell'elettrodo positivo e si raccoglie in quella dell'elettrodo negativo, allorchè la massa è separata da un diaframma poroso, è proporzionale alla intensità della corrente e alla resistenza del liquido per l'elettricità. Facendo l'esperienza in un recipiente chiuso, questi effetti si convertono in una pressione esercitata sopra una colonna di mercurio ed allora questa pressione è trovata proporzionale all'intensità della corrente e alla resistenza del liquido. Wiedemann aggiunge che questa pressione è proporzionale, fino ad un certo limite, alla grossezza dello strato poroso e in ragione inversa dalla sua estensione.

Volendo rendere visibile anche durante il tempo di una lezione il fenomeno di Porret, si può usare un endosmometro montato con un diaframma qualunque, usando lo stesso liquido

dentro e fuori e mettendo, come si dovrebbe fare anche in tutte le esperienze d'endosmosi ordinario, allo stesso livello, il liquido nel tubo e nel recipiente esterno. L'elettrodo negativo pesca nell'interno del tubo e il positivo nel liquido esterno. Facendo passare una corrente di 8 o 10 elementi di Grove e usando per liquido acqua di pozzo, si vede prontamente salire il liquido nell'interno del tubo. Nè questo effetto si deve attribuire al gaz idrogeno svolto per l'elettrolizzazione, perchè l'aumento della colonna persiste cessata la corrente e fatto escire tutto il gaz e perchè usando un liquido, come sarebbe una soluzione di solfato di rame, nella quale invece del gaz svolto si ha il rame precipitato, il passaggio del liquido avviene ugualmente ed è solamente meno intenso per la sua minore resistenza. Anzi, disponendo di seguito due endosmometri simili, uno montato coll'acqua di pozzo, l'altro colla soluzione di solfato di rame, si vede quella differenza che è stata attribuita alla diversa resistenza del liquido.

Aggiungeremo finalmente, che anche usando correnti debolissime ma prolungando l'esperienza per molti giorni, si riesce a far passare da una cavità all'altra molti chilogrammi di liquido, come accade nell'endosmosi ordinario qualora si rinnovino i due liquidi.

I fisici non sono d'accordo sulla natura del fenomeno di Porret. Wiedemann considera questo fenomeno come un effetto proprio della corrente elettrica e distinto dalla sua azione elettrolitica. Altri invece riflettendo che se si dispongono due apparecchi di seguito traversati dalla stessa corrente, in uno dei quali per la natura del liquido l'endosmosi avviene con molta maggiore intensità che nell'altro, si ottiene in ambedue la stessa quantità di prodotti elettrolitici, trovano difficoltà ad ammettere un effetto meccanico maggiore in un punto del circuito che in un altro. Per verità, nell'ignoranza in cui siamo sulla natura della corrente elettrica, questa obiezione non ha un valore assoluto. L'obiezione più grave alla spiegazione di Wiedemann riposa piuttosto nelle esperienze di Van-Breda e Logeman, le quali hanno provato che se non vi è diaframma che separi la massa liquida in due compartimenti non si scorre, anche coi mezzi più delicati, alcun movimento o cangia-

mento di livello nella massa liquida. Gli stessi osservatori hanno pure provato che se il diaframma interposto è mobile e sostenuto delicatamente, allorchè la corrente passa, il diaframma resta perfettamente immobile. È dunque la presenza del diaframma una condizione indispensabile perchè il fenomeno di Porret si produca.

Le esperienze che passiamo a descrivere conducono a dimostrare che questo fenomeno fu realmente ben definito dalla denominazione datagli dallo scopritore di endosmosi elettrico.

La prima serie di queste esperienze è fatta preparando una scatola rettangolare di legno verniciato e dividendola in sei compartimenti uguali formati con lamine di porcellana simile a quella che si usa per i cilindri della pila di Daniell. Questi compartimenti erano empiti dello stesso liquido che era acqua di pozzo e il livello, uguale in tutti, era indicato da un tratto sottile di vernice bianca fatto nell'interno di ogni compartimento. La corrente adoperata era prodotta da una pila di dieci o quindici o venti elementi di Grove ed era introdotta nel liquido da due elettrodi di platino della larghezza del compartimento. Dopo un certo numero di ore, vario secondo la forza della corrente e secondo la natura del liquido, il fenomeno si manifestava nei modi seguenti:

1°. Il liquido si era alzato nella cavità estrema in cui pesca l'elettrodo negativo e si era abbassato nella cavità interna immediatamente in contatto;

2°. Il liquido si era abbassato nell'altra cavità estrema in cui pesca l'elettrodo positivo e si era innalzato nella cavità interna immediatamente in contatto;

3°. Nelle altre cavit  intermedie il livello era rimasto stazionario e solamente dopo un tempo molto lungo, cio  oltre diciotto o venti ore, si vedeva il liquido nelle cavit  rivolte verso l'elettrodo positivo, leggermente innalzato e invece leggermente abbassato nelle cavit  rivolte verso l'elettrodo negativo, seguendo in qualche modo da una parte e dall'altra lo stato delle due cavit  immediatamente prossime a quelle in cui pescano gli elettrodi.

Questi risultati si verificarono costantemente cangiando i diaframmi o invertendo la posizione della scatola rispetto alla



posizione degli elettrodi. Noteremo che in qualche caso si osservarono alcune anomalie nello stato del liquido nelle cavità intermedie, le quali sparirono mutando diaframmi.

In una seconda serie di esperienze furono chiusi da una parte con un pezzo del solito diaframma di porcellana fissato con mastice due pezzi dello stesso tubo di vetro di venti o trenta millimetri di diametro. Ognuno di questi tubi era collocato in un bicchiere e il tubo e il bicchiere erano empiti alla stessa altezza di acqua di pozzo. La stessa corrente di quindici o venti elementi di Grove passava successivamente per i due tubi per mezzo di elettrodi di platino delle stesse dimensioni, ma diversamente immersi; cioè in un tubo gli elettrodi erano immediatamente in contatto del diaframma e nell'altro ad una certa distanza. Fu allora trovato costantemente che l'endosmosi elettrico accadeva molto più prontamente ed era sempre molto più intenso nel caso in cui i due elettrodi erano in contatto del diaframma che nell'altro caso.

Questi risultati non si possono interpretare colla ipotesi di una proprietà distinta della corrente elettrica di agire meccanicamente sul liquido e trasportarlo secondo la sua direzione, ma invece si possono intendere facilmente se si considera il fatto di Porret come un caso di endosmosi dovuto alla diversa natura prodotta nei liquidi separati da un diaframma dalla azione chimica della corrente.

È giusto di ricordare che dalle note esperienze di Dutochet risulta che vi è infatti corrente di endosmosi da una soluzione acida all'acqua, dall'acqua ad una soluzione alcalina, da una soluzione acida ad una soluzione alcalina, ed è inutile di ricordare che appunto in tutte le esperienze che abbiamo riferite il liquido che pescava nella cavità dell'elettrodo negativo era alcalino e che invece era acido nella cavità dell'elettrodo positivo. Queste reazioni dei liquidi in contatto degli elettrodi, come è noto fino dalle celebri esperienze di Davy, si manifestano anche usando acqua distillata.

Senza contentarci di questi risultati di Dutochet, abbiamo direttamente sottoposto all'esperienza in un endosmometro ordinario i liquidi delle cavità che erano stati in contatto degli elettrodi nelle esperienze riferite e senza alcuna incertezza ab-

biamo costantemente osservato che vi era corrente di endosmosi fra il liquido della cavità immediatamente in contatto a quella in cui pesca l'elettrodo negativo e il liquido alcalino dell'elettrodo stesso, e che vi era pure corrente di endosmosi, ma più debole, fra il liquido dell'elettrodo positivo e il liquido della cavità immediatamente in contatto.

Questi risultati si ottengono coi diaframmi di porcellana e colle solite membrane animali, più attivamente con queste che con i primi.

È dunque fuori di dubbio, che nel fatto di Porret esistono le condizioni dell'endosmosi ordinario, che la maggiore attività dell'endosmosi elettrico sull'endosmosi ordinario, tutte le altre condizioni essendo eguali, può almeno fino a un certo punto, essere spiegata come si spiega la maggiore intensità dell'endosmosi ordinario, allorchè l'esperienza è disposta in modo da permettere la rinnovazione continua dei due liquidi dell'endosmometro e che perciò nello stato attuale della scienza non è necessario di ricorrere a nuove ipotesi per la spiegazione del fatto di Porret.



RICERCHE DI CHIMICA AGRARIA FATTE NEL LABORATORIO DELL'UNIVERSITA' DI PISA DA GIUSEPPE UBALDINI, SOTTO LA DIREZIONE DEL PROF. S. DE LUCA.

*I. Modo di comportarsi della terra arabile colle seguenti soluzioni dopo il contatto di 2½ ore (1).*

1. Coll'acqua stillata si ha una soluzione che filtra torbida per la silice in sospensione, che scolora il permanganato di potassa e presenta reazione, leggermente alcalina; s'intorbida maggiormente mediante l'ebollizione e l'evaporazione, la qua-

(1) Per mezzo di un crivello si sono separati da detta terra i sassolini, le pietruccie, i pezzetti di legno ec.

le ultima lascia un residuo, che ripreso con poc' acqua a caldo e filtrato precipita per l'ossalato di ammoniaca. Abbandonato il precipitato per 12 ore a se, si è raccolto sopra un filtro; e nel liquido filtrato introdotto del fosfato di soda si è manifestato coll'agitazione un intorbidamento sensibile, solubile nell'acido acetico ed insolubile nell'acido ossalico: ma questo stesso precipitato si ottiene tanto col solo fosfato di soda, quanto coll'ammoniaca e l'ossalato, sempre dopo l'agitazione. La presenza quindi della magnesia è dubbia per questi saggi, quantunque si sia manifestata in altre reazioni. La soluzione s' intorbida col nitrato d'argento in soluzione acida e col cloruro dibario. Porzione del residuo fa effervescenza cogli acidi.

2. Introdotto in un tubo di vetro un miscuglio di terra e calce sodata anche a freddo, la carta rossa di tornasole ha ripreso intensamente il colore azzurro.
3. Una soluzione di potassa si colora un poco in bruno.
4. L'etere solforico si tinge debolmente in giallo e lascia coll'evaporazione a bagno-maria un piccolissimo residuo, che sembra untuoso al tatto, che riscaldato sulla lamina di platino ha preso fuoco e si è distrutto, e che assoggettato al trattamento della calce sodata col riscaldamento, ha sviluppato ammoniaca.
5. L'alcole anidro si colora del pari debolmente in giallo, e fornisce un residuo un poco più abbondante, che brucia con fiamma e che svelleppa ammoniaca in presenza degli alcali, quando si riscalda, e sembra anche a freddo, con due pezzetti di potassa umettati entro un tubo, ma la reazione non è netta. Si è tentato di ridiscioglierne un poco e constatarvi la presenza dei nitrati col rame e l'acido solforico: una parte del rame si è annerita: si avvertiva bene l'odore dei vapori nitrosi, ma la loro manifestazione non era netta nè decisa.
6. Il siroppo di viole in soluzione allungata si colora in verde per la presenza di sostanze alcaline.
7. La tintura acquosa di tornasole perde la metà del suo colore.
8. Il vino rosso acquista il colore del vino bianco, perde l'aroma e diviene insipido, nè precipita più in nero col percloruro di ferro, nè in bleu coll'acetato di piombo.

9. La soluzione alcolica di tornasole passa incolora.
10. L'aceto rosso fa effervescenza colla terra e passa gialliccio. Precipita abbondantemente coll'ossalato di ammoniaca dopo aver aggiunto dell'ammoniaca. Il liquido superstite filtrato, precipita anch'esso col fosfato di soda; il precipitato si scioglie nell'acido nitrico e nell'acido acetico.
11. La tintura acquosa di spincervino filtra incolora.
12. La tintura debole di galla diminuisce di colore, nè annerisce più coi sali di perossido di ferro.
13. La soluzione di campeggio passa incolora.
14. La soluzione di solfo nel solfuro di carbonio non cede nulla alla terra. 10.<sup>cc</sup> di liquido, prima e dopo del trattamento, evaporati in cassole di porcellana, hanno lasciato un egual peso di solfo.
15. La soluzione di cloro satura, perde tutto l'odore del gas, precipita abbondantemente col nitrato d'argento in presenza dell'acido nitrico, non colora più l'amido in presenza di un joduro solubile, nè decolora una debole soluzione azzurra di joduro d'amido. Questo fatto sembra doversi attribuire alla trasformazione del cloro in acido cloridrico e poscia in cloruro di calcio in presenza del carbonato calcareo. Si avverta che la boccia a soluzione di cloro si teneva coperta con carta nera.
16. La soluzione di bromo passa incolora, nè si può per mezzo del cloro e dell'etere ottenere la reazione del bromo.
17. La soluzione di solfato d'indaco piuttosto debole passa incolora.
18. Il cromato neutro di potassa non cambia.
19. Il bicromato fa lo stesso.
20. Il prussiato giallo acquista un colore un poco più intenso, e diviene verde col percloruro di ferro, mentre la soluzione normale prende un colore giallo-sporco.
21. Il solfato di rame non subisce alterazione nel colore.
22. L'acetato di sesquiossido di ferro, da rosso giallo intenso diviene giallognolo, non si colora nè precipita col prussiato rosso come fa la soluzione normale. Col solfo-cianuro di potassio punta colorazione rossa: colorazione cupa col solfidrato di ammoniaca, e debole precipitazione per mezzo del riscaldamento. La soluzione normale invece precipita abbon-

- dantemente collo stesso reattivo. Coll'ammoniaca un precipitato appena sensibile, abbondante invece colla soluzione normale.
23. Il solfato di protossido di ferro passa torbidiccio: nè arrossa col solfo-cianuro, ma arrossa dopo l'addizione dell'acido nitrico.
  24. La soluzione acquosa di jodio passa incolore, nè tinge più in azzurro l'amido, nè in rosso il solfuro di carbonio, ma con alcune gocce d'acido nitrico le due colorazioni tosto si manifestano. La terra rimasta sul filtro trattata col solfuro di carbonio non lo colora punto nemmeno in presenza degli acidi. Il jodio dunque sembra combinarsi alla terra per produrre dei composti solubili.
  25. La soluzione d'amido non ha azione sulla terra, a meno che essa non sia in difetto rispetto a quella.
  26. Il fosfato di soda avente una piccola reazione alcalina si colora intensamente in nero e scioglie una sostanza organica azotata.
  27. Il solfato di zinco precipita un po' meno della soluzione normale col carbonato di soda, ed in bianco col solfidrato di ammoniaca, mentre la soluzione normale precipita in bianco-sporco.
  28. Il fosfato acido di calce ( $\text{CaO}, 2\text{HO}, \text{PO}^3$ ) acquista un poco più di colore e precipita in bianco-sporco in presenza dell'ammoniaca.
  29. Il nitrato di barite diminuisce nella quantità del sale perchè precipita meno coll'acido solforico.
  30. Il nitrato di ammoniaca evaporato a secco e calcinato, lascia un residuo che ha reazione alcalina, e precipita per l'ossalato di ammoniaca ammoniacale. La soluzione si colora un tantino ed evaporata sulla lamina di platino lascia un residuo carbonoso: precipita col carbonato di soda; il precipitato si scioglie in un eccesso di nitrato di ammoniaca: colla potassa dà un precipitato bianco e coll'ebollizione sprigionamento di ammoniaca.
  31. Il carbonato di ammoniaca precipita col carbonato di soda ed il precipitato si scioglie nel carbonato di ammoniaca. Precipita coll'ossalato di ammoniaca ammoniacale, ed il liquido superstite al precipitato precipita dopo col fosfato di soda.

- Il liquido primitivo trattato con acido solforico ed alcole precipita abbondantemente. Il liquido filtrato, ed eliminato coll'ebollizione l'alcole, precipita col fosfato di soda ammoniacale, ed il precipitato si scioglie nell'acido ossalico. La soluzione colla potassa precipita in bianco e sviluppa ammoniaca col riscaldamento.
32. Il solfato di ammoniaca precipita abbondantemente col cloruro di bario in presenza dell'acido cloridrico, non precipita col carbonato di soda, ma bensì coll'ammoniaca ed il fosfato di soda: il precipitato è solubile nell'acido ossalico: evaporata la soluzione fornisce un residuo salino che decrepita colla disseccazione ed annerisce proseguendo il riscaldamento.
33. L'ammoniaca dà una piccola colorazione scura. Col cloruro di bario e l'acido cloridrico, si ha un piccolo intorbidamento, con l'azotato acido di argento anche si ottiene un piccolo intorbidamento: sulla lamina di platino appena lascia residuo. Evaporata la soluzione a secco ed a bagno-maria sviluppa colla calce sodata dell'ammoniaca.
34. Il joduro di potassio precipita con l'ammoniaca e l'ossalato, il precipitato è solubile in parte nell'acido acetico e completamente nell'acido nitrico. Si colora in azzurro coll'amido dopo l'addizione di acido cloridrico ed azotico.
35. Il bromuro di potassio diminuisce in bromo, dà colorazione meno gialla coll'acido azotico, e si comporta egualmente dell'joduro di potassio: intorbida coll'ammoniaca e precipita coll'ossalato. Il precipitato si scioglie nell'acido azotico ed un poco nell'acido acetico.
36. Il cloruro di sodio s'intorbida coll'ammoniaca e precipita abbondantemente coll'ossalato: il precipitato è solubile nell'acido azotico.
37. Il cloruro di magnesio precipita abbondantemente col solfidrato di ammoniaca, e precipita in bianco coll'acido solforico e l'alcole.
38. Il cloruro di strontio dà reazioni dubbie che si confondono con quelle dei sali calcari.
39. Il bicloruro di mercurio,  $HgCl_2$ , precipita in giallo colla potassa ed in bianco coll'ammoniaca: il liquido filtrato preci-

- pita coll'ossalato ed il precipitato è solubile nell'acido azotico. Precipita pure in rosso coll'ioduro di potassio.
40. L'arseniato di potassa acquista una colorazione giallognola. Presenta i caratteri degli arseniati, e precipita con l'ammoniaca e l'ossalato.
41. L'arsenito presenta una colorazione giallognola, dà un intorbidamento sensibile coll'ammoniaca, coll'ossalato di ammoniaca e l'ammoniaca dà un precipitato solubile nell'acido azotico.
42. La soluzione d'acido solfidrico perde affatto l'odore, si colora in giallognolo, precipita coll'azotato di argento in nero: e dà coll'ammoniaca e l'ossalato un precipitato solubile nell'acido azotico.
43. La soluzione d'acido solforoso conserva ancora il suo odore: acquista una debole colorazione gialla; col solfocianuro di potassio si tinge in rosso. Intorbidamento coll'ammoniaca, e precipitato abbondante coll'ossalato della stessa base, che si scioglie nell'acido azotico.
44. La soluzione d'acido carbonico non dà nessun precipitato coll'ammoniaca, ma ne produce uno abundantissimo coll'ossalato. La soluzione intorbida un poco per l'ebollizione.

## *II. Modo di comportarsi della terra arabile dopo averla trattata coll'acido idroclorico.*

L'acido cloridrico fa effervescenza in contatto colla terra. La soluzione, coloratasi in giallo intenso dopo il riscaldamento e filtrata, si imbrunisce coll'infondersi acido azotico e diviene di color rosso-intenso coll'ebollizione.

Una porzione del liquido si è resa alcalina con ammoniaca, il precipitato gelatinoso ottenuto, separato per filtrazione, si è fatto bollire con potassa, la quale ha lasciato depositare l'alumina sciolta dopo l'addizione di un eccesso di sale ammoniacco. Il liquido soprastante al precipitato gelatinoso, prodottosi per mezzo dell'ammoniaca, era ancora colorato in giallo per la presenza di una piccola quantità di ferro tenuta forse in solu-

zione per mezzo di sostanze organiche, che ne impediscono la precipitazione.

Un'altra porzione si è evaporata a bagno-maria per eliminare gli acidi in eccesso ed i fosfati che v'erano disciolti. Si è ripreso il residuo con acqua calda: non tutto il sale ferrico si è disciolto perchè decomposto in parte, ed è rimasto sopra il filtre unitamente ai fosfati.

Nella soluzione filtrata si è precipitato con ammoniaca il ferro e l'allumina e porzione della magnesia, poscia coll'ossalato tutta la calce, che era in copia avendo fornito un abbondante precipitato solubile negli acidi minerali; in fine col fosfato di soda si è eliminato il restante della magnesia, giacchè si è prodotto un notevole precipitato solubile nell'acido ossalico. Parte della suddetta soluzione, sottomessa all'azione della potassa, ha dato un sensibile precipitato di calce e magnesia, contenendo la potassa caustica molto carbonato. Il liquido sovrastante lascia depositare l'allumina col sale ammoniaco.

Nella soluzione primitiva acida, per mezzo dell'acido solforico e dell'alcole, si è separata la calce che era abbondante: nel liquido acido, eliminato l'alcole, si è precipitato coll'ammoniaca il ferro, la magnesia ec., ma il precipitato era nerastro, forse, perchè la potassa conteneva traccia di metalli che precipitano per l'idrogeno solforato, probabilmente prodotto nella soluzione per la reazione dell'acido cloridrico sopra i solfuri della terra.

La terra arabile in esame spogliata delle sostanze solubili nell'acido cloridrico e lavata accuratamente in modo da non presentare più reazione acida si è messa a contatto, per 24 ore e più, colle seguenti soluzioni, colle quali si comporta come segue:

1. L'acqua stillata non ha azione sulla carta di tornasole, non diviene rossa menomamente col solfocianuro di potassio neppure dopo l'addizione dell'acido azotico: intorbida un tantino coll'ossalato di ammoniaca per tracce di cloruro calcare che possono essere rimaste aderenti alla terra.
2. L'aceto rosso filtra quasi incolore: precipita un poco per l'ossalato ammoniacale: il precipitato è solubile negli acidi.



Il liquido s'inalba appena col nitrato d'argento acido. L'aceto prima del contatto intorbida coll'ammoniaca e precipita per l'ossalato.

3. Il vino rosso passa color di vino bianco. Non si tinge in rosso col solfo-cianuro di potassio, nè precipita coll'ossalato di ammoniaca alcalino, ma si colora in giallo-cupo.
4. La tintura acquosa di tornasole passa color vino bianco.
5. La tintura alcoolica di tornasole passa giallognola.
6. La soluzione di spincervino filtra leggermente colorata.
7. La tintura di noci di galla passa color d'inchiostro (1).
8. La soluzione di campeggio filtra in giallo come una soluzione di solfo nel solfuro di carbonio.
9. L'acqua di cloro perde il suo odore, e le sue proprietà. Non iscolora più il joduro d'amido: precipita coll'azotato d'argento come pure la soluzione normale: coll'ossalato di ammoniaca alcalino si produce un precipitato solubile nell'acido acetico.
10. L'acqua di bromo passa senza colore; intorbida un poco coll'ossalato di ammoniaca.
11. La soluzione di jodio passa incolore, non tinge più l'amido e s'intorbida coll'ossalato.
12. Il solfato d'indaco acquista una leggerissima colorazione gialla, e si colora intensamente col solfo-cianuro di potassio.
13. Il prussiato rosso in contatto della terra prende una colorazione verde e filtra giallo-chiaro; come la soluzione normale, non si colora punto col sesquicloruro di ferro.
14. Il solfato di rame scema un tantino di colore.
15. Il solfato ferroso passa dello stesso color verde e non sembra alterato.
16. L'acetato ferrico precipita prima e dopo in rosso coll'ammoniaca, ed il liquido filtrato in bianco coll'ossalato.
17. Il fosfato di soda si colora intensamente in nero, il liquido

(1) Per il cloruro ferrico di cui deve trovarsi impregnata la terra: ciò mostra la difficoltà che s'incontra a lavare esattamente un precipitato od un residuo che presenta un potere assorbente per le sostanze con cui è messo in contatto.

nerastro evaporato a bagno-maria e disseccato sviluppa ammoniaca in presenza della calce sodata, come si comporta la terra dopo l'azione dell'acido cloridrico, e calcinato sopra una lamina di platino fornisce un residuo carbonoso che scompare, e non vi resta che il fosfato sodico.

18. Il solfato di zinco non precipita con eccesso di ammoniaca, ed appena s'intorbida coll'ossalato.
19. Il fosfato acido di calce dà una colorazione gialla: non arrossa col solfo-cianuro di potassio, si colora e precipita in azzurro col prussiato giallo: nessuna colorazione colla soluzione normale a meno che precipita, prima e dopo, coll'ossalato di ammoniaca.
20. L'acetato di ammoniaca passa incolore: piccolo intorbidamento coll'ossalato.
21. Il carbonato di ammoniaca presenta una colorazione gialloscura, annerisce, evaporato, sulla lamina di platino.
22. Il solfato di ammoniaca si colora anche più intensamente: lascia un residuo carbonoso assai sensibile evaporato sulla lamina di platino.
23. L'ammoniaca offre una colorazione bruno-intensa, lascia residuo di materia organica sulla lamina di platino.
24. Il cloridrato di ammoniaca prende una tinta giallognola, induce col fosfato di soda un precipitato solubile nell'acido ossalico. Ciò denota che i sali ammoniacali rendono solubile la magnesia.
- Si è ripetuto lo stesso saggio col liquido ammoniacale proveniente dalla terra arabile: induce egualmente il fosfato di soda un precipitato, ma questo è insolubile nell'acido ossalico, perchè costituito in massima parte di fosfato calcareo.
25. Il joduro di potassio si colora un poco meno con gli acidi cloridrico e acetico della soluzione normale, e precipita coll'ossalato.
26. Il bromuro di potassio s'intorbida coll'ossalato.
27. Il cloruro di sodio precipita un poco più della soluzione normale coll'ossalato.
28. L'arseniato di potassa dà piccolo intorbidamento coll'ossalato.
29. L'arsenito di potassa alcalino dà colorazione bruno-intensa: produce residuo carbonoso riscaldato sulla lamina di platino.

30. La soluzione di gas acido solfidrico non perde affatto l'odore caratteristico, nè si colora col prussiato giallo, nè precipita più in nero col solfato di rame.
31. La soluzione d'acido solforoso conserva il suo odore, precipita col cloruro di bario in presenza dell'ac. HCl, si colora in rosso col solfacianuro di potassio dopo l'addizione dell'acido azotico. Il saggio in bianco dà risultati negativi.
32. La soluzione di gas acido carbonico, intorbida coll'ossalato.
33. La soluzione recente di viole volge al verde.

**III. Determinazione del residuo di 2<sup>cc</sup>. di alcune tinture e soluzioni prima e dopo il contatto colla terra arabile.**

2 cent. delle seguenti soluzioni normali, evaporati e disseccati da 100° a 120° lasciano o nè un residuo.

- |   |               |
|---|---------------|
| 1. Una soluzione giallo-scura di noci di galla, lascia un residuo d'aspetto brillante . . . . .                 | gr<br>= 0,039 |
| 2. L'aceto rosso lascia un residuo giallo-rossastro. . . . .  | = 0,039       |
| 3. Il vino rosso lascia un residuo rosso-scufo . . . . .  | = 0,385       |
| 4. La tintura di tornasole lascia un piccolo residuo turchiniccio . . . . .                                     | = 0,002       |
| 5. La soluzione di campeggio lascia un residuo rosso-vivo lucido a guisa di una vernice . . . . .               | = 0,005       |
| 6. La soluzione giallognola di spincervino lascia un residuo giallo-scufo. . . . .                              | = 0,017       |
| 7. La soluzione giallo-verdastra di cloro non lascia residuo . . . . .  | = 0,000       |
| 8. La soluzione di bromo color giallo dorato non lascia residuo . . . . .                                       | = 0,000       |
| 9. La soluzione di jodio non lascia residuo . . . . .   | = 0,000       |
| 10. La soluzione rossa di acetato acido di sesquiossido di ferro lascia un residuo color terra gialla . . . . . | = 0,001       |
| 11. La soluzione di solfato d'indaco lascia un residuo bleu intenso . . . . .                                   | = 0,062       |
| 12. Una debole soluzione di solfato di rame lascia un residuo color di terra . . . . .                          | = 0,0045      |
| 13. Una soluzione verde-chiaro di solfato ferroso lascia un residuo color terra d'ombra. . . . .                | = 0,1405      |

14. La soluzione di solfato di zinco lascia un residuo invisibile, ma che precipita, ripreso coll' acqua, per mezzo del cloruro di bario . . . . . = 0,004<sup>gr</sup>
15. La soluzione di prussiato rosso, color giallo-chiaro, lascia un residuo verde con una piccola aureola azzurra . . . . . = 0,002
16. La soluzione di fosfato acido di calce lascia un residuo bianco sporco . . . . . = 0,067
17. La soluzione di fosfato di soda leggermente alcalino lascia un residuo bianco. . . . . = 0,209
18. La soluzione di potassa non completamente caustica lascia un residuo bianco sporco . . . . = 0,209
19. La soluzione satura di gas acido carbonico non lascia residuo. . . . . = 0,000
20. La soluzione torbida di acido solfidrico piccolissimo residuo. . . . . = 0,0005
21. La soluzione satura di gas ammoniac non lascia residuo . . . . . = 0,000
22. La soluzione di carbonato di ammoniaca non lascia residuo . . . . . = 0,000
23. La soluzione di cloridrato d' ammoniaca lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0055
24. La soluzione di solfito di ammoniaca lascia un residuo bianco aghiforme . . . . . = 0,115
25. La soluzione di azotato di ammoniaca lascia un residuo bianco . . . . . = 0,062
26. La soluzione di ioduro di potassio dà un residuo = 0,030
27. La soluzione di bromuro di potassio dà un residuo = 0,048
28. La soluzione di cloruro di sodio dà un residuo bianco = 0,126
29. id. di cloruro di potassio . . . . . id. . . = 0,069
30. id. di nitrato di soda . . . . . id. . . = 0,174
31. id. di nitrato di potassa. . . . . id. . . = 0,350
32. id. di solfato di potassa. . . . . id. . . = 0,261
33. id. di solfato di soda. . . . . id. . . = 0,158
34. id. di nitrato di barite . . . . . id. . . = 0,018
35. id. di sublimato corrosivo (HgCl) . id. . . = 0,013
36. id. di arseniato di potassa . . . . id. . . = 0,008

37. La soluzione di arsenito di potassa alcalino, lascia un residuo bianco. . . . . = 0,070<sup>gr</sup>  
 38. La soluzione di gas acido solforoso (1). id. . = 0,019  
 39. L'acqua stillata lascia un residuo appena colorato . . . . . = 0,002

**IV. Saggi analitici e determinazione del residuo di 2<sup>ca</sup> delle medesime soluzioni, dopo il contatto di 24 ore colla terra.**

30 grammi di terra e 50<sup>cc</sup> di liquido sono le quantità impiegate.

1. La soluzione di noci di galla filtra color verde-cupo e lascia un residuo verde-sporco . . . . = 0,008<sup>gr</sup>  
 2. L'aceto filtra color giallo-chiaro, acquista odore di muffa e lascia un residuo ecraceo . . . . = 0,087  
 3. Il vino filtra color giallo-chiaro e lascia un residuo giallo-rossastro . . . . . = 0,0325  
 4. La tintura di tornasole filtra limpida con una leggerissima tinta vinosa e lascia un residuo appena visibile . . . . . = 0,0015  
 5. La soluzione di campeggio filtra color vino bianco mentre la terra si tinge color d'incrostro chiaro, e lascia un residuo rosso-mattone . . . . . = 0,002  
 6. La soluzione di spincervino filtra color più intenso e lascia un residuo giallo-cupo . . . . . = 0,012  
 7. La soluzione di cloro filtra giallegnola, acquista odor di terra e perde quello del cloro, lascia un residuo color terra-gialla. . . . . = 0,030  
 8. La soluzione di bromo filtra appena colorata e lascia un residuo bianco-sporco . . . . . = 0,0045  
 9. La soluzione di jodio filtra incolore e lascia un residuo . . . . . = 0,0035  
 10. La soluzione di acetato di ferro filtra incolore e lascia un piccolo residuo appena colorato. . . = 0,008  
 11. La soluzione di solfato d'indaco filtra turchino-verdastra, mentre la terra si tinge del colore del-

(1) Costituito forse di solfito e solfato di ammoniaca proveniente dall'evaporazione dell'ammoniaca che si trovava in una cassola vicina.

- l'indaco, lascia un residuo in forma d'aureola  
giallo-verde . . . . . = 0,0085
12. La soluzione di solfato di rame filtra incolore e  
lascia un residuo bianco . . . . . = 0,005
13. La soluzione di solfato ferroso passa incolore, poi  
intorbidita e lascia un residuo color bianco-sporco = 0,080
14. La soluzione di solfato di zinco filtra incolore,  
e lascia un residuo . . . . . = 0,0055
15. La soluzione di prussiato giallo non cambia co-  
lore e lascia un residuo verdastro . . . . . = 0,003
16. La soluzione di fosfato acido di calce filtra gial-  
lognolo e lascia un residuo appena colorato . . = 0,018
17. La soluzione di fosfato di soda si tinge in bruno  
come l'inchiostro e lascia un residuo nero-cupo. = 0,055
18. La soluzione di potassa filtra color nero-bottiglia  
e lascia un residuo scuro . . . . . = 0,164
19. La soluzione d'acido carbonico lascia un residuo = 0,002
20. La soluzione d'acido solfidrico acquista un poco  
di colore e lascia un residuo . . . . . = 0,003,5
21. La soluzione di ammoniaca color vino bianco,  
lascia un residuo color terra . . . . . = 0,004
22. La soluzione di carbonato di ammoniaca acqui-  
sta un color giallo-scurò intenso e lascia un residuo  
rosso-scurò. . . . . = 0,009
23. La soluzione di cloridrato di ammoniaca filtra  
limpida e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,105
24. La soluzione di solfito di ammoniaca filtra gial-  
lo-rossastra e lascia un residuo spugnoso bianco-  
sporco . . . . . = 0,096
25. La soluzione di azotato di ammoniaca, limpida,  
lascia un residuo appena colorato. . . . . = 0,061
26. La soluzione di ioduro di potassio, incolore, lascia  
un residuo quasi bianco . . . . . = 0,0375
27. La soluzione di bromuro di potassio lascia un re-  
siduo bianco . . . . . = 0,047
28. La soluzione di cloruro di sodio dà un residuo = 0,1455
29. La soluzione di cloruro di potassio dà un residuo = 0,070
30. La soluzione di azotato di soda, appena colorata,

- che precipita coll'ossalato, col cloruro di bario,  
e punto col cloruro di platino, lascia un residuo <sup>gr</sup>  
bianco . . . . . = 0,157
31. La soluzione di nitrato di potassa precipita col  
cloruro di bario e col bicloruro di platino, lascia  
un residuo biancastro. . . . . = 0,305
32. La soluzione di solfato di potassa diviene giallo-  
gnola, precipita col bicloruro di platino e lascia  
un residuo oscuro . . . . . = 0,193
33. La soluzione di solfato di soda, che acquista un  
color giallastro, non precipita, nè s'intorbida dopo  
l'agitazione ed il riposo coll'addizione dell'acido  
tartarico, lascia un residuo bianco-ocraceo . . = 0,139
34. La soluzione di azotato di barite lascia un residuo  
bianco . . . . . = 0,011
35. La soluzione di sublimato, lascia un residuo bianco = 0,110
36. La soluzione di arseniato di potassa, dà un residuo = 0,008
37. La soluzione di arsenito di potassa alcalino, si  
tinge in giallo e lascia un residuo giallo-sporco . = 0,063
38. La soluzione di gas acido solforoso si colora leg-  
giermente in giallo e lascia un residuo giallastro. = 0,135
39. L'acqua stillata lascia un residuo appena colo-  
rato . . . . . = 0,002

**V. Saggi analitici e determinazione del residuo di 2<sup>a</sup> delle  
soluzioni indicate dopo il contatto di 12 ore col vetro pesto.**

30<sup>cc</sup> di soluzione e 20 grammi di vetro pesto  
sono le quantità impiegate.

1. La tintura acquosa di noci di galla filtra quasi dello  
stesso colore, nè lascia un residuo giallo-bruno . = 0,035
2. L'aceto non subisca alcuna modificazione, lascia  
un residuo bruno . . . . . = 0,039
3. Il vino rosso filtra un poco torbido e lascia un re-  
siduo scuro . . . . . = 0,0395
4. La tintura di tornasole lascia un residuo turchi-  
nicio . . . . . = 0,003

5. La tintura di campeggio si fa più rossa in contatto immediato col vetro, che si tinge in bruno. La soluzione filtra color giallo-cupo e lascia un residuo nerastro . . . . . = 0,005<sup>gr</sup>
6. La soluzione di spincervino filtra color d'inchiostro e lascia un residuo assai nero . . . . . = 0,016.
7. La soluzione di cloro perde molto del suo odore, si scolora, trattata con ammoniaca origina un precipitato ocraceo ed il liquido sovrastante acquista un colore azzurro elegante. La presenza del rame è dovuta al mortajo di bronzo, entro cui si è pestato il vetro. Lascia un residuo color d'ocra . . . = 0,010
8. La soluzione di bromo filtra incolora, intorbida coll'ammoniaca e l'ossalato della stessa base: lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0045.
9. La soluzione di jodio non tinge più l'amido se non per l'aggiunta di un acido: s'intorbida coll'ossalato, e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0015
10. La soluzione di acetato ferrico passa incolora, si tinge in bleu col prussiato rosso e precipita in rosso mattone coll'ammoniaca, lascia un residuo ocraceo . . . . . = 0,0065
11. La soluzione di prussiato rosso sembra non subire alcuna alterazione: lascia un residuo verdiccio = 0,004
12. La soluzione di fosfato acido di calce passa limpida poi s'intorbida, lascia un residuo scuro . . = 0,089
13. La soluzione di solfato d'indaco perde del suo colore: il vetro si tinge di turchino: lascia un residuo. . . . . = 0,060
14. La soluzione di solfato di rame non scema apparentemente di colore e lascia un residuo giallo con aureola verde . . . . . = 0,003.
15. La soluzione di solfato ferroso passa un poco torbida, diviene azzurra col prussiato rosso, precipita in verde coll'ammoniaca e lascia un residuo ocraceo = 0,141
16. La soluzione di solfato di zinco non soffre cambiamento e lascia un residuo bianco. . . . . = 0,002.
17. La soluzione di fosfato di soda leggermente al-



- calina filtra incolore e lascia un residuo bianco. = 0,125<sup>rr</sup>
18. La soluzione di potassa, contenente carbonato, si colora un poco, sembra intorbidarsi col sale ammoniacale e lascia un residuo bruno-sporco. . . . = 0,219
19. La soluzione di ammoniaca filtra in azzurro per rame che il vetro accidentalmente contiene e lascia un residuo verdastro . . . . . = 0,002
20. La soluzione di carbonato di ammoniaca annerisce e lascia un residuo verde turchino . . . . = 0,003
21. La soluzione di cloridrato di ammoniaca si colora debolmente in azzurro, intorbida coll'ossalato di ammoniaca. Il saggio in bianco è negativo: lascia un residuo bianco-sporco. . . . . = 0,1095
22. La soluzione di solfito di ammoniaca passa giallognola, sulla lamina di platino lascia un residuo, che disciolto nell'acido cloridrico e trattato col solfocianuro di potassio si tinge in rosso. Un'altra porzione assoggettata all'acqua-regia diviene gialloverdastra, si arrossa col solfocianuro di potassio, ma non azzurreggia coll'ammoniaca, lascia soltanto un deposito di solfo ed un residuo bianco-sporco . . . . . = 0,126
23. La soluzione di azotato d'ammoniaca prende una debole colorazione azzurra che aumenta per l'addizione di ammoniaca, intorbida sensibilmente coll'ossalato d'ammoniaca e fornisce un residuo verdognolo. . . . . = 0,065
24. La soluzione di ioduro di potassio intorbida un tantino coll'ossalato, fornisce un residuo bianco. = 0,030
25. La soluzione di bromuro di potassio filtra limpida e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,041
26. La soluzione di cloruro di sodio non precipita per l'acido tartarico, lascia un residuo bianco. = 0,154
27. La soluzione di cloruro di potassio precipita coll'acido tartarico e lascia un residuo bianco . . = 0,0825
28. La soluzione di azotato di soda non precipita coll'acido tartarico, nè col bicloruro di platino, lascia un residuo bianco . . . . . = 0,173

29. La soluzione di azotato di potassa filtra limpida precipita con acido tartarico, col cloruro di platino, e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,339
30. La soluzione di solfato di potassa non si altera e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,255
31. La soluzione di solfato di soda non si altera e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,656
32. La soluzione di azotato di barite, lascia un residuo bianco . . . . . = 0,007
33. La soluzione di sublimato corrosivo lascia un residuo bianco-scuio . . . . . = 0,005
34. La soluzione di arseniato di potassa limpida, lascia un residuo bianco . . . . . = 0,007
35. La soluzione di arsenito di potassa limpida, lascia un residuo color terra . . . . . = 0,075
36. La soluzione di acido carbonico intorbida coll'ammoniaca, precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0025
37. La soluzione di acido solfidrico acquista una tinta giallognola, dà l'odore disgustoso del gas e lascia un residuo bianco-sporco . . . . . = 0,002
38. La soluzione d'acido solforoso si colora appena, precipita in verde-sporco coll'ammoniaca ed il precipitato si fa rosso mattone alla parte superiore, lascia un residuo scuro . . . . . = 0,020
39. L'acqua stillata lascia un piccolo residuo sulla lamina di platino: ha reazione debolmente alcalina, non intorbida sensibilmente coll'ossalato di ammoniaca e lascia un residuo bianco-sporco . . = 0,002

**Trattamento del vetro coll'acido cloridrico.**

La soluzione si colora in giallo, ripreso il residuo dell'evaporazione con acqua non si scioglie completamente. Il liquido filtrato precipita apparentemente in verde coll'ammoniaca: si deposita del sesquiossido di ferro, e rimane in soluzione il rame che la colora in azzurro. Questa soluzione si è evaporata a secco e calcinato il residuo, il quale ripreso con acqua e

filtrata la soluzione precipita abbondantemente per l'ossalato di ammoniaca, e punto pel cloruro di platino.

*VI. Saggi analitici sopra della sabbia ordinaria che ha servito in Laboratorio, alla quale casualmente si è mescolato della calce.*

**Trattamento acquoso.**

Il liquido chiaro non reagisce momentaneamente colle carte di tornasole: ma precipita assai bene per l'ammoniaca e l'ossalato della stessa base: ed il precipitato è solubile negli acidi. Intorbida appena col nitrato acido d'argento, e il liquido si chiarisce per mezzo dell'ammoniaca: s'innalza pure col cloruro di bario in soluzione acida.

**Trattamento coll'acido cloridrico.**

V'ha sviluppo abbondante d'acido carbonico. La soluzione acida si colora in giallo intenso, ed allungata, prende un colore rosso sangue col solfo-cianuro di potassio, precipita abbondantemente per mezzo dell'ossalato di ammoniaca alcalino, come parimente per l'addizione dell'acido solforico e dell'alcole.

Questa sabbia in contatto colle seguenti soluzioni si comporta come appresso:

1. Il siroppo di viole invertisce da prima e poi si scolora.
2. L'aceto rosso fa effervescenza volgendo al giallo e precipita sensibilmente coll'ossalato di ammoniaca.
3. Il vino rosso prende un color giallo-scuro e acquista un sapore amarognolo.
4. La tintura di tornasole non perde del suo colore.
5. La tintura alcolica di tornasole assai debole filtra incolora.
6. La soluzione acquosa di spincervino perde quasi del tutto il colore.
7. La tintura di noci di galla non s'altera in contatto colla sabbia, ma solamente in presenza dell'aria diviene torbida.
8. La soluzione di campeggio si chiarisce e scema di colore.
9. La soluzione di cloro perde quasi il suo odore, precipita

sensibilmente col nitrato d'argento e più ancora coll'ossalato di ammoniaca.

10. La soluzione di bromo filtra incolore, e precipita coll'ossalato d'ammoniaca.
11. La soluzione di solfato d'indaco assume una tinta azzurro-chiara.
12. La soluzione di prussiato giallo dà colorazione verde col sesquicloruro di ferro.
13. La soluzione di solfato di rame sembra un poco scolorata.
14. La soluzione di solfato ferroso s'altera per l'azione dell'aria ed intorbidia.
15. La soluzione di acetato ferrico scioglie molta calce, e precipita per l'ammoniaca ed abbondantemente per l'ossalato.
16. La soluzione di fosfato di soda si colora leggermente in giallo.
17. La soluzione di solfato di zinco passa chiara e poi s'intorbidisce; si colorisce mediante l'ammoniaca e precipita abbondantemente coll'ossalato; ciò non avviene colla soluzione normale.
18. La soluzione di acetato di barite precipita più abbondantemente della soluzione normale per mezzo dell'acido solforico e dell'ossalato di ammoniaca. Quest'ultimo precipitato non si scioglie in molt'acqua come fa quello che avviene nella soluzione normale costituito di puro ossalato di barite che è molto più solubile dell'ossalato di calce.
19. La soluzione di azotato di ammoniaca dà un precipitato coll'ossalato che è solubile nell'acido acetico.
20. La soluzione di carbonato di ammoniaca agisce come l'azotato.
21. La soluzione di solfato di ammoniaca acquista una lieve tinta gialla che scompare coll'ammoniaca, s'intorbidisce coll'ossalato, il liquido diviene roseo col solfato di rame.
22. La soluzione di ammoniaca passa limpida, intorbidisce per l'ebollizione, perchè si elimina l'alcali che tiene disciolta una piccola quantità di allumina, e non precipita che debolissimamente coll'ossalato.
23. La soluzione di cloridrato di ammoniaca sembra non precipitare coll'ossalato.
24. La soluzione di ioduro di potassio precipita abbondantemente coll'ossalato.

- te per l'ossalato, il precipitato si scioglie nell'acido acetico; il liquido ingiallisce allora e si tinge in azzurro coll'amido.
25. La soluzione di bromuro di potassio si comporta egualmente coll'ossalato.
  26. La soluzione di cloruro di sodio precipita abbondantemente coll'ossalato.
  27. La soluzione di arseniato di potassa dà coll'ossalato un abbondante precipitato solubile nell'acido azotico.
  28. La soluzione di arsenito di potassa precipita per l'ossalato.
  29. La soluzione di sublimato corrosivo filtra torbida, dà per mezzo dell'ammoniaca un precipitato giallo-sporco, ed uno bianco coll'ossalato.
  30. La soluzione di acido carbonico s'intorbida coll'ebollizione e precipita coll'ossalato.
  31. La soluzione d'acido solforoso conserva ancora il suo odore: deposita un sale bianco, abbandonata a sè, solubile a caldo nell'acido cloridrico ( solfato calcare ). Il liquido precipita col cloruro di bario in soluzione acida e coll'ossalato in un eccesso di ammoniaca.
  32. La soluzione di gas acido solfidrico conserva ancora l'odore disgustoso di uova putrefatte, s'intorbida all'aria, precipita coll'ossalato, ma non annerisce nè coi sali di rame, nè con quelli di ferro.

**VII. Determinazione del residuo di 2<sup>cc</sup> delle seguenti soluzioni normali, evaporati alla stufa da 110° a 120°.**

1. Il vino rosso lascia un residuo rosso-scuro. . = 0,049<sup>gr</sup>
2. La soluzione di solfato d'indaco lascia un residuo verde scuro. . . . . = 0,015
3. La tintura di tornasole lascia un residuo violetto = 0,0035
4. La tintura di campeggio, giallo-rossa, lascia un residuo color cioccolata . . . . . = 0,001
5. L'acqua di cloro lascia un residuo incolore. . = 0,002
6. id. di bromo. . . . . id. . . . = 0,001
7. id. di jodio. . . . . id. . . . = 0,001
8. La soluzione di acetato ferrico lascia un residuo ocraceo. . . . . = 0,0125

9. La soluzione di ioduro potassico dà un residuo bianco . . . . .	<sup>gr</sup> = 0,0035
10. La soluzione di cloruro di sodio . id. . . . .	= 0,007
11. id. di bromuro di potassio . . . id. . . . .	= 0,009
12. id. di fosfato acido di calce . . id. . . . .	= 0,014
13. id. di fosfato di soda alcalino. . id. . . . .	= 0,012
14. id. di solfato di zinco debolissima non lascia residuo apprezzabile . . . . .	= 0,000
15. La soluzione di azotato di ammoniaca lascia un residuo bianco . . . . .	= 0,009
16. La soluzione di cloruro potassico dà bianco residuo	= 0,005
17. id. di cloridrato di ammoniaca . . id. . . . .	= 0,033
18. id. di solfito di ammoniaca . . . id. . . . .	= 0,024
19. id. di solfato di ammoniaca . . . id. . . . .	= 0,002
20. id. di ammoniaca lascia residuo insensibile . .	= 0,001
21. id. di carbonato di ammoniaca lascia un residuo bianco . . . . .	= 0,0145
22. La soluzione di solfato di soda lascia un residuo bianco-sporco . . . . .	= 0,006
23. La soluzione di azotato di soda lascia un residuo bianco . . . . .	= 0,014
24. La soluzione di azotato di potassa si comporta come la precedente. . . . .	= 0,040
25. La soluzione di solfato di rame lascia un residuo oscuro . . . . .	= 0,007
26. La soluzione di sublimato corrosivo lascia un residuo color di solfo . . . . .	= 0,0115
27. La soluzione di arsenito di potassa lascia un residuo bianco-sporco. . . . .	= 0,0085
28. La soluzione di acetato di piombo lascia un residuo grigio-nerastro di solfuro di piombo, perchè evaporato in presenza dell'acido solfidrico . .	= 0,010
29. La soluzione di azotato di barite assai debole lascia un residuo bianco . . . . .	= 0,0025
30. La soluzione d'acido carbonico dà residuo bianco	= 0,001
31. id. d'acido solforoso debole dà residuo bianco.	= 0,004
32. id. satura d'acido solfidrico non lascia residuo	= 0,000
33. id. di amido lascia un residuo bianco . . . . .	= 0,007

34. id. di noci di galla assai debole lascia un residuo gialliccio . . . . . =  $0,003^{\text{gr}}$   
 35. La soluzione di arseniato di potassa debole lascia un residuo bianco . . . . . = 0,007

**VIII. Residuo di 2<sup>cc</sup> delle soluzioni normali indicate dopo il contatto di 48 ore col carbone di zucchero .**

25<sup>cc</sup> delle soluzioni e 10<sup>gr</sup>,5 di carbone sono le quantità impiegate.

1. Il vino rosso filtra color mattone chiaro, precipita abbondantemente coll'ossalato e lascia un residuo rossiccio . . . . . =  $0,045^{\text{gr}}$
2. La soluzione di solfato d'indaco filtra incolore, precipita col cloruro di bario e lascia un residuo verde-scuro . . . . . = 0,011
3. La tintura di tornasole filtra leggermente colorata in azzurro e lascia un residuo turchiniccio = 0,0035
4. La tintura di campeggio filtra color giallo-sporco e lascia un residuo nerastro . . . . . = 0,002
5. L'acqua di cloro perde il suo odore, nè decolora più l'ioduro d'amido, e lascia un residuo bianco che annerisce colla calcinazione . . = 0,0035
6. L'acqua di bromo passa incolore, nè ha più l'odore, lascia un residuo bianco. . . . . = 0,002
7. L'acqua di jodio passa incolore nè tinge più l'amido in azzurro, lascia un residuo bianco sporco = 0,003
8. La soluzione di acetato ferrico si scolore; non precipita pel solfidrato di ammoniaca, nè arrossa col solfocianuro di potassio, lascia un residuo bianco = 0,009
9. La soluzione di joduro di potassio filtra un poco torbida per carbone che trascina, si colora in azzurro per l'addizione di un acido in presenza dell'amido, e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0035
10. La soluzione di cloruro di sodio lascia un residuo bianco. . . . . = 0,008
11. La soluzione di bromuro di potassio . id. . = 0,011
12. La soluzione di fosfato acido di calce lascia un residuo bianco-sporco . . . . . = 0,010

13. La soluzione di fosfato di soda lascia un residuo bianco . . . . . <sup>gr</sup> = 0,014
14. La soluzione di solfato di zinco non precipita per il carbonato di potassa mentre intorbida la soluzione normale, e non lascia residuo sensibile. . = 0,000
15. La soluzione di azotato di ammoniaca lascia un residuo bianco . . . . . = 0,008
16. La soluzione di cloruro potassico dà residuo bianco = 0,015
17. id. di cloridrato di ammoniaca . id. . . . = 0,024
18. id. di solfito di ammoniaca . . id. . . . = 0,022
19. id. di solfato di potassa. . . . id. . . . = 0,017
20. id. di ammoniaca lascia un residuo insensibile = 0,001
21. id. di carbonato di ammoniaca lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0025
22. La soluzione di solfato di soda, dà residuo bianco = 0,005
23. id. di azotato di soda . . . . id. . . . = 0,014
24. id. di azotato di potassa. . . . id. . . . = 0,0335
25. id. di solfato di rame non reagisce più coll'ammoniaca nè col prussiato giallo; lascia un residuo bianco . . . . . = 0,004
26. La soluzione di sublimato corrosivo non precipita nè per l'ammoniaca, nè per la potassa, nè si colora in nero coll'acido solfidrico: lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0105
27. La soluzione di arsenito di potassa si colora abbondantemente coll'acido solfidrico in presenza dell'acido cloridrico e lascia un residuo bianco . = 0,0085
28. La soluzione di acetato di piombo si colora in bruno marrone coll'acido solfidrico, la soluzione normale invece precipita abbondantemente in nero; lascia un residuo bianco. . . . . = 0,005
29. La soluzione di azotato di barite appena s'intorbida coll'acido solforico, e lascia un residuo bianco = 0,003
30. La soluzione di acido carbonico lascia un residuo = 0,003
31. La soluzione di acido solforoso perde il suo odore, precipita abbondantemente col cloruro di bario in presenza dell'acido cloridrico allungato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,005



32. La soluzione di acido solfidrico non annerisce ma precipita in bianco coll' acetato di piombo, non lascia residuo sensibile . . . . . = 0,000<sup>gr</sup>
33. La soluzione di amido trascina seco un poco di carbone e si colora in azzurro coll' jodio, ma meno della soluzione normale e lascia un residuo. = 0,004
34. La soluzione di noci di galla filtra verde cupo e lascia un residuo color bronzo dorato . . . . = 0,001
35. La soluzione di arseniato di potassa si colora in bianco gialliccio col nitrato di argento e lascia un residuo. . . . . = 0,0055

### IX. Saggi analitici sull' argilla.

Coll'acido cloridrico fa effervescenza: la soluzione presenta il colore di quella dei sali di sesquiossido di ferro, si fa rosso-sangue col solfocianuro di potassio: precipita abbondantemente in bianco coll'ammoniaca e colla potassa, ed il precipitato si scioglie parzialmente in un eccesso d'alcali fisso, da cui riprecipita coll'addizione del sale ammoniacco.

### X. Determinazione del residuo di 2<sup>ca</sup> delle soluzioni in discorso dopo il contatto di 48 ore coll'argilla evaporati alla temperatura di 110° a 120°.

Si sono impiegati 35<sup>cc</sup> di soluzione normale e 20gr. di argilla.

1. Il vino rosso prende il colore di vino bianco e lascia un residuo color marrone . . . . . = 0,045<sup>gr</sup>
2. La soluzione di solfato d'indaco quasi incolora precipita in fiocchi bianchi coll'ammoniaca e colla potassa: il precipitato si scioglie con un eccesso di potassa, ed il liquido filtrato intorbida col sale ammoniacco e lascia un residuo bianco di solfato di calce . . . . . = 0,007
3. La tintura di tornasole diviene quasi incolora, e lascia un residuo insensibile . . . . . = 0,0035

4. La tintura di campeggio si scolora e lascia un residuo bianco . . . . . = <sup>gr</sup> 0,003
5. La soluzione di cloro intorbida coll'ammoniaca, il liquido filtrato precipita coll'ossalato e lascia un residuo giallo-rossastro . . . . . = 0,006
6. L'acqua di bromo passa incolora, precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,004
7. L'acqua di jodio passa incolora, intorbida appena coll'ammoniaca e precipita coll'ossalato: lascia un residuo bianco . . . . . = 0,003
8. La soluzione di acetato ferrico passa incolora, intorbida coll'ammoniaca, precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,001
9. La soluzione di joduro di potassio precipita abbondantemente coll'ossalato di ammoniaca e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0075
10. La soluzione di bromuro di potassio si comporta nello stesso modo e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,003
11. La soluzione di fosfato acido di calce intorbida coll'ammoniaca e precipita coll'ossalato: lascia un residuo gialliccio . . . . . = 0,008
12. La soluzione di cloruro di sodio inalba appena coll'ammoniaca, precipita abbondantemente coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,010
13. La soluzione di fosfato di soda, leggermente alcalino, passa colore del vino bianco adacquato, eliminato l'acido fosforico col cloruro di magnesio e l'ammoniaca, il liquido filtrato non s'intorbida coll'ossalato: lascia un residuo color di terra d'ombra . . . . . = 0,003
14. La soluzione di solfato di zinco lascia un residuo bianco . . . . . = 0,003
15. La soluzione di azotato di ammoniaca precipita coll'ossalato, lascia un residuo bianco-sporco. . . . . = 0,014
16. La soluzione di cloruro di potassio precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,008
17. La soluzione di cloruro di ammonio si comporta come quella di cloruro di potassio . . . . . = 0,034

18. La soluzione di solfito di ammoniaca precipita abbondantemente coll'ossalato e col cloruro di bario in soluzione acida: coll'acido solforico riscaldato esala appena l'odore dell'acido solforoso: lascia un residuo bianco . . . . .  $\text{gr} = 0,022$
19. La soluzione di solfato di potassa intorbida un tantino coll'ammoniaca e coll'ossalato: lascia un residuo bianco . . . . .  $= 0,002$
20. La soluzione di ammoniaca esala ancora il suo odore caratteristico, intorbida sensibilmente coll'ammoniaca e lascia un residuo bianco . . .  $= 0,003$
21. La soluzione di carbonato di ammoniaca dà abbondante precipitato coll'ossalato ed un residuo bianco . . . . .  $= 0,0145$
22. La soluzione di solfato di soda . id. . . .  $= 0,007$
23. id. di azotato di soda . . . . id. . . .  $= 0,015$
24. id. di azotato di potassa . . . . id. . . .  $= 0,038$
25. id. di solfato di rame: non si colora in azzurro coll'ammoniaca, ma dà un precipitato gelatinoso: l'ossalato di ammoniaca vi induce un precipitato: lascia un residuo bianco . . . . .  $= 0,007$
26. La soluzione di sublimato corrosivo precipita coll'ossalato e si colora appena coll'acido solfidrico e lascia un residuo bianco . . . . .  $= 0,0115$
27. La soluzione di arsenito di potassa precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . .  $= 0,0065$
28. La soluzione di acetato di piombo non annerisce più per l'acido solfidrico, e precipita coll'ossalato di ammoniaca: lascia un residuo bianco .  $= 0,007$
29. La soluzione di azotato di barite intorbida un poco coll'ossalato, nè si chiarisce coll'addizione dell'acqua, lascia un residuo bianco. . . . .  $= 0,003$
30. La soluzione di amido appena annerisce coll'iodio, precipita coll'ossalato: lascia un residuo bianco . . . . .  $= 0,007$
31. La soluzione d'acido carbonico intorbida coll'ebollizione, precipita abbondantemente coll'ossalato, e lascia un residuo bianco. . . . .  $= 0,004$

32. La soluzione d'acido solforoso perde quasi del tutto il suo odore, decolora appena il ioduro d'amido, precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco =  $0,012^{\text{gr}}$
33. La soluzione di acido solfidrico filtra inodora, non annerisce più coi sali di rame, precipita in bianco coi sali di piombo, in bianco coll'ossalato, ed in fiocchi coll'ammoniaca. L'argilla si colora in nero e lascia un residuo . . . . . =  $0,001$
34. La soluzione di arseniato di potassa precipita abbondantemente coll'ossalato, intorbida coll'ammoniaca, precipita in bianco col nitrato d'argento, diviene bianco latte coll'acido solfidrico e l'acido solforoso, lascia un residuo bianco. . . . =  $0,010$
35. L'acqua stillata precipita abbondantemente coll'ossalato d'ammoniaca e lascia un residuo . . =  $0,003$

**Osservazioni ed esperienze relative ai saggi indicati.**

Siccome alcune boccette appena messo il carbone in contatto col liquido e chiuse con tappo dopo l'agitazione si sturaron fra non molto con iscoppio, si è pensato quindi d'istituire i seguenti esperimenti:

Si è adattato alle boccette un tubo adduttore per raccogliere il gas, e ciò, appena fatto il miscuglio d'acqua e carbone nelle proporzioni sopra indicate, si è agitato il liquido. Il tubo adduttore si è fatto pescare sotto alcune provette piene d'acqua. Si è raccolto da  $32^{\text{cc}}$  di gas che si sono sprigionati dal carbone senza che col riposo abbia luogo poscia alcuno assorbimento, il gas raccolto sottomesso all'analisi in un tubo graduato colla potassa non ha prodotto nessuna diminuzione, quindi assenza d'acido carbonico o di gas assorbibili colla potassa; l'addizione di una soluzione concentrata d'acido pirogallico sopra  $20^{\text{cc}}$  di gas impiegato, ha assorbito poco a poco coll'agitazione  $4^{\text{cc}}$  di ossigeno, e  $16^{\text{cc}}$  di gas rimasti erano di puro azoto, perchè incapaci di mantenere la combustione. Il gas analizzato dietro questi dati, non è che aria.

Si è praticato una speranza eguale colla terra arabile e

coll'argilla ma senza ottenere lo sprigionamento di gas; colla terra si è sviluppata soltanto una bolla d'aria.

Alcuni chimici asseriscono che il cloruro di sodio in contatto colla terra arabile scambi il sodio col potassio dei sali della terra medesima; ma l'esperienza non lo dimostra.

Nella soluzione di cloruro di sodio dopo il contatto colla terra si è precipitata la calce coll'ossalato ammoniacale; filtrato, dopo 24 ore di contatto il liquido si è evaporato a bagno maria e calcinato il residuo per eliminare i sali ammoniacali. Dissolto questo residuo in una piccolissima quantità d'acqua, non ha presentato alcun intorbidamento coll'acido tartarico nemmeno dopo l'agitazione ed il riposo, nè alcun precipitato giallo col bicloruro di platino in presenza d'un miscuglio d'alcole ed etere.

**XI. Analisi e determinazione del residuo di 2<sup>cc</sup> delle soluzioni normali dopo il contatto di 24 ore col marmo pesto.**

50<sup>cc</sup> di soluzione e 50 grammi di marmo sono le quantità impiegate.

1. La tintura di noci di galla filtra color verde-scuro, forma una pellicola iridata sulla superficie in contatto dell'aria e lascia un residuo scuro-lucente. = <sup>gr</sup> 0,036
2. L'aceto rosso vi fa effervescenza, filtra leggermente colorato, precipita abbondantemente coll'ossalato di ammoniaca, e lascia un residuo color cioccolatte. = 0,100
3. Il vino rosso passa color giallo-sporco, precipita abbondantemente coll'ossalato, e lascia un residuo rosso-scuro lucente. = 0,041
4. La tintura di tornasole filtra quasi incolore, s'intorbida bene coll'ossalato, e lascia un residuo bianco-sporco. = 0,005
5. La soluzione di campeggio si colora in rosso intenso, e colora il marmo in violetto: precipita coll'ossalato e lascia un residuo color bronzo iridato. = 0,007
6. La soluzione di spincervino da giallo-torbida fil-

- tra color giallo d'oro, precipita coll'ossalato, il marmo si tinge in giallo: lascia un residuo lucido color giallo-scuro . . . . . = <sup>gr</sup> 0,015
7. La soluzione di cloro perde il suo colore, nè decolora più il joduro d'amido, precipita assai coll'ossalato e lascia un residuo bianco-sporco . . = 0,024
8. La soluzione di bromo passa incolora, precipita abbondantemente coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,008
9. La soluzione di jodio passa incolora, non tinge l'amido che in presenza di un acido, precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . = 0,0035
10. La soluzione di acetato ferrico passa incolora, intorbida coll'ossalato e lascia un residuo bianco-giallastro . . . . . = 0,010
11. La soluzione di fosfato acido di calce passa limpida, arrossa appena la carta azzurra di tornasole, fa effervescenza coll'acido solforico e coll'addizione dell'alcole non precipita più come la soluzione normale, lascia un residuo bianco-sporco = 0,0215
12. La soluzione di solfato d'indaco vi fa effervescenza, passa dello stesso colore, e precipita coll'alcole per solfato calcare prodottosi, lascia un residuo verde. . . . . = 0,0085
13. La soluzione di solfato di rame passa incolora, annerisce un poco coll'ammoniaca, s'intorbida coll'alcole e lascia un residuo verde-scuro . . = 0,008
14. La soluzione di solfato ferroso filtra torbida e si ossida all'aria, lascia un residuo rosso-bruno . . . . . = 0,145
15. La soluzione di solfato di zinco passa limpida, precipita per l'addizione dell'alcole, lascia un residuo bianco . . . . . = 0,007
16. La soluzione di fosfato di soda alcalina si colora un poco, e lascia un residuo bianco-sporco. = 0,067
17. La soluzione di potassa prende una leggiera colorazione, lascia un residuo bianco-sporco . . . = 0,070
18. La soluzione di ammoniaca intorbida coll'ossa-

- lato, precipita col cloruro di bario, ed il precipitato si scioglie negli acidi; lascia un residuo bianco-giallastro . . . . . = <sup>gr</sup> 0,003
19. La soluzione di carbonato di ammoniaca lascia un residuo bianco sporco . . . . . = 0,003
20. La soluzione di cloridrato di ammoniaca precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,108
21. La soluzione di solfito di ammoniaca intorbida appena coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,1165
22. La soluzione di azotato di ammoniaca precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco-sporco . . . . . = 0,064
23. La soluzione di ioduro di potassio precipita coll'ossalato e lascia un residuo color terra-gialla . . . . . = 0,039
24. La soluzione di bromuro di potassio si comporta come quella del ioduro . . . . . = 0,048
25. La soluzione di cloruro di sodio precipita abbondantemente coll'ossalato e lascia un residuo giallastro . . . . . = 0,161
26. La soluzione di cloruro di potassio precipita abbondantemente coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0755
27. La soluzione di azotato di soda precipita abbondantemente coll'ossalato e lascia un residuo bianco-sporco . . . . . = 0,1645
28. La soluzione di azotato di potassa precipita coll'ossalato e lascia un residuo bianco . . . . . = 0,834
29. La soluzione di solfato di potassa intorbida coll'ossalato e lascia un residuo bianco. . . . . = 0,247
30. La soluzione di solfato di soda si comporta come quella di solfato di potassa . . . . . = 0,152
31. La soluzione di azotato di barite filtra limpida; a volumi eguali, il liquido filtrato e la soluzione normale precipitano coll'ossalato di ammoniaca, ma il precipitato si scioglie solo nella soluzione normale coll'aggiunta dell'acqua stillata; lascia un residuo bianco . . . . . = 0,0105
32. La soluzione di sublimato corrosivo filtra torbida, precipita coll'ossalato e lascia un residuo giallognolo . . . . . = 0,005

33. La soluzione di arseniato di potassa intorbidata coll'ossalato e lascia un residuo bianco-sporco . = 0,063<sup>gr</sup>
34. La soluzione d'acido carbonico precipita coll'ammoniaca e l'ossalato e lascia un residuo bianco = 0,009
35. L'acqua stillata precipita coll'ossalato; malba coll'azotato d'argento acido, precipita col cloruro di bario, ed il precipitato si scioglie negli acidi; lascia un residuo . . . . . = 0,005

**XII. Le sostanze che seguono, in eccedenza messe a contatto per 48 ore con una soluzione recente d'amido, dopo un'agitazione prolungata, hanno la facoltà di assorbirlo integralmente, poichè i liquidi filtrati dopo il contatto non tingono più in azzurro la soluzione acquosa di jodio.**

Le sperienze furono istituite nel modo qui sotto indicato.

1. Entro un piccolo tubo s'introdussero:
 

Fosfato neutro di calce idrato . . .	= 6 <sup>gr</sup> ,50
Soluzione normale d'amido . . .	= 6 <sup>cc</sup>
2. Entro un tubo eguale:
 

Fosfato di magnesio idrato . . .	= 4 <sup>gr</sup>
Soluzione recente d'amido . . .	= 6 <sup>cc</sup>
3. Entro una boccetta:
 

Terra arabile . . . . .	= 30 <sup>gr</sup>
Soluzione normale d'amido . . .	= 15 <sup>cc</sup>
4. Entro una boccetta:
 

Carbone animale . . . . .	= 10 <sup>gr</sup>
Soluzione normale d'amido . . .	= 15 <sup>cc</sup>
5. Entro una boccetta:
 

Sabbia . . . . .	= 10 <sup>gr</sup>
Soluzione d'amido . . . . .	= 5 <sup>cc</sup>

**XIII. Sperienze che tendono a dimostrare che la terra arabile ritiene o non ritiene il cloruro di potassio dopo un contatto di 48 ore.**

1. boccetta. Terra arabile ( 1° campione ) . . = 40<sup>gr</sup>  
 Acqua stillata . . . . . = 50<sup>cc</sup>



2. boccetta. Terra arabile (1° campione) . .	= 20 <sup>cc</sup>
Soluzione normale di cloruro di po-	
tassio. . . . .	= 25 <sup>cc</sup>
3. boccetta. Terra arabile (2° campione) . .	= 40 <sup>cc</sup>
Acqua stillata. . . . .	= 50 <sup>cc</sup>
4. boccetta. Terra arabile (2° campione) . .	= 20 <sup>cc</sup>
Soluzione normale di cloruro di po-	
tassio. . . . .	= 25 <sup>cc</sup>

Si sono filtrati in uno stesso tempo i liquidi delle quattro sperienze citate dopo il contatto di 48 ore colla terra.

Le soluzioni delle boccette numero 1 e 3, filtrarono torbide per silice in sospensione, di queste se ne sono presi separatamente 30<sup>cc</sup> e fatti evaporare in due cassole di porcellana a bagno maria. I residui si sono disseccati alla stufa Gay-Lussac alla temperatura di 120° fino a che non diminuivano più di peso, e si sono calcinati.

Per il liquido della 1. boccia si è avuto

Dopo disseccazione un residuo . . . .	= 0,040
E dopo calcinazione una perdita d'acqua ed acido carbonico e tracce di sostanze organiche. . . . .	= <u>0,017</u>
Ed un residuo siliceo-salino netto . . .	= 0,023

Per il liquido della 3. boccia si è avuto

Dopo disseccazione un residuo . . . .	= 0,016
Dopo calcinazione una perdita . . . .	= <u>0,005</u>
Ed un residuo siliceo-salino netto . . .	= 0,011

I residui siliceo-salini 0,023 numero 1, e 0,011 numero 3, ripresi con acqua bollente per sciogliere i cloruri si sono filtrati affine di separare la silice, che si è trovata eguale, è 0,015 pel num. 1, e 0,004 pel num. 3.

Nei liquidi filtrati dopo ripetuti lavaggi del filtro, si è versato un eccesso di nitrato d'argento con alcune gocce d'acido nitrico. Il liquido num. 1 ha dato un sensibile intorbidamento, il liquido del num. 3 appena si è intorbidato, ciò non ostante

dopo ebollizione si sono filtrati affine di separare il cloruro argenteo insolubile, che lavato, disseccato e calcinato si è trovato:

pel num. 1 eguale a 0,0065 }  
 pel num. 3 eguale a 0,002 } colle ceneri del filtro.

Prendendo la terza parte di queste due quantità provenienti da 30<sup>cc</sup> di soluzione, onde avere il risultato di soli 10<sup>cc</sup> si ha:

$$\text{pel n.}^{\circ} 1 \quad \frac{0,0065}{3} = 0,002,16$$

$$\text{pel n.}^{\circ} 3 \quad \frac{0,002}{3} = 0,0006,6.$$

Dalle soluzioni delle altre due boccette num. 2 e 4 dopo filtrazione si sono presi 10<sup>cc</sup> che si assoggettarono egualmente al trattamento del nitrato d'argento con addizione d'acido azotico; si ebbe nei due casi un abbondante precipitato di cloruro d'argento, che si è trovato:

pel n.° 2 . . . = 0,042,5 }  
 pel n.° 4 . . . = 0,037,0 } colle ceneri  
 del filtro.

Bisogna avvertire che 10<sup>cc</sup> della soluzione normale di cloruro di potassio forniscono un peso di cloruro d'argento = 0,042 colle ceneri del filtro.

Ora da 0,042,50 cloruro argenteo somministrato da 10<sup>cc</sup> di soluzione normale dopo il contatto colla terra n.° 1:

sottratti 0,002,16 cloruro argenteo fornito da 10<sup>cc</sup> di soluzione acquosa contenente i cloruri della terra;  
 si avrà = 0,040,36 cloruro argenteo netto che forniscono 10<sup>cc</sup> di soluzione normale dopo il contatto colla terra.

Da ciò ne segue che 20<sup>gr</sup> della terra arabile n.° 1 dopo il contatto per 48 ore con 25<sup>cc</sup> di soluzione normale di cloruro

potassico hanno assorbito una quantità di cloruro tale, che il suo cloro corrisponderebbe a 5 milligrammi di cloruro d'argento, cioè a milligrammi 1,2 di cloro, ovvero milligrammi 2,5 di cloruro di potassio.

Lo stesso calcolo e lo stesso ragionamento si può fare relativamente al cloruro potassico assorbito dall'altra terra.

Ma questa differenza nei titoli del cloro prima e dopo rispetto alle soluzioni normali può provenire da diverse cause, sia dall'affinità o potere assorbente che ha la terra pel cloruro, sia per la maggiore o minore quantità d'acqua, che contiene la terra, quantità che può diminuire più o meno il valore della soluzione normale. A questo scopo si è determinata l'acqua contenuta nelle due terre impiegate.

5<sup>re</sup> della terra n°. 1 hanno perduto da  $110^{\circ}$  a  $120^{\circ} = 0,720$  vale a dire 14 per % d'acqua.

5<sup>re</sup> della terra n°. 2 hanno perduto da  $110^{\circ}$  a  $120^{\circ} = 0,916$  vale a dire 18 per % d'acqua.

#### XIV. Altre sperienze relative al potere assorbente della terra arabile e del marmo pesto.

Determinazione del residuo di  $10^{\text{cc}}$  delle soluzioni normali seguenti :

	<i>Residuo</i>
1. Cloruro di potassio . . . . .	= 0,024 <sup>gr</sup>
2. Cloruro di sodio . . . . .	= 0,035,5
3. Fosfato di magnesia idrato (1) nel gas acido carbonico . . . . .	= 0,004,5
4. Fosfato neutro di calce idrato (2) nel gas acido carbonico. . . . .	= 0,011
5. Silicato di potassa alcalino. . . . .	= 0,679

(1) Il fosfato di magnesia si è ottenuto per doppia decomposizione col fosfato di soda e il solfato di magnesia.

(2) Il fosfato di calce è il prodotto della decomposizione del fosfato di soda col cloruro di calcio.

**XV. Residuo di 10<sup>cc</sup> delle dette soluzioni normali dopo il contatto per 24 ore col marmo.**

10 gr. di marmo e 20<sup>cc</sup> di soluzione normale sono le quantità impiegate.

	<i>Residuo</i>
	<i>gr</i>
1. Cloruro di potassio . . . . .	= 0,028
2. Cloruro di sodio . . . . .	= 0,039,5
3. Fosfato di magnesia . . . . .	= 0,010,5

La quantità eccedente di questo residuo, rispetto a quello della soluzione normale, è d'attribuirsi al carbonato calcare discioltovisi.

4. Fosfato calcare . . . . .	= 0,010
5. Silicato di potassa alcalino . . . . .	= 1,258

La differenza notevole tra questo residuo e quello della soluzione normale, dipende dalla potassa libera del silicato, la quale in presenza del calcare si trasforma in carbonato.

In tutte queste soluzioni si è verificata un'abbondanza di calce ed anche in quelle dei numeri 3 e 4 la presenza della magnesia e dell'acido fosforico. Sembra che i fosfati di magnesia e di calce non siano assorbiti dal carbonato calcare, a meno che non si operi sopra quantità maggiori con soluzioni sature. Bisogna avvertire però che le soluzioni contenenti acido carbonico li sciolgono di preferenza.

**XVI. Residuo di 10<sup>cc</sup> delle soluzioni normali anzidette dopo il contatto colla terra arabile.**

10 gr. di terra arabile e 20<sup>cc</sup> di soluzione normale sono le quantità impiegate.

	<i>Residuo</i>
	<i>gr</i>
1. Cloruro di potassio . . . . .	= 0,026
2. Cloruro di sodio . . . . .	= 0,048
3. Fosfato di magnesia . . . . .	= 0,010
4. Fosfato calcare . . . . .	= 0,014
5. Silicato di potassa alcalino . . . . .	= 1,174

Qui pure l'aumento di quest'ultimo residuo, riguardo a quello della soluzione normale, è dovuto al carbonato calcare.

Si è verificato che i fosfati non sono ritenuti completamente dalla terra, perchè si sono riscontrati nelle soluzioni filtrate benchè in piccolissima dose.

**XVII. Determinazione della silice e della potassa nel residuo di 10<sup>cc</sup> di soluzione normale di silicato alcalino prima e dopo il contatto col marmo e colla terra arabile.**

1. 0<sup>gr</sup>,679 provenienti da 10<sup>cc</sup> di soluzione normale di silicato di potassa, trattati con acido cloridrico e la soluzione alcalinizzata con ammoniaca, hanno fornito :
 

Silice . . . . .	= 0,110,5
Cloruro di potassio . . . . .	= 0,531,5
2. 1<sup>gr</sup>,258 provenienti da 10<sup>cc</sup> di silicato, dopo il contatto col marmo e dietro lo stesso trattamento, hanno dato :
 

Silice. . . . .	= 0,221
Cloruro di potassio con tracce di cloruro di calcio. . . . .	= 0,950
3. 1<sup>gr</sup>,174 provenienti da 10<sup>cc</sup> di silicato alcalino, dopo il contatto colla terra e dietro lo stesso trattamento, somministrano :
 

Silice . . . . .	= 0,165,5
Cloruro di potassio e cloruro di calcio . . .	= 374,5

**XVIII. Osservazioni generali sulle sperienze che precedono.**

Queste lunghe e difficili ricerche, istituite sulla terra arabile, non sono complete, anzi hanno bisogno di maggiori sviluppi e di altre e più delicate determinazioni di controllo; ma le sperienze eseguite ed i risultati ottenuti mostrano ad evidenza il potere assorbente che ha la terra arabile per le sostanze saline e per le materie coloranti; potere ch'è molto superiore nella maggior parte de' casi, a quello di cui son forniti isolatamente l'argilla, il marmo, il vetro. Questo potere assorbente può però provenire da cagioni differenti: può attribuirsi ad un'azione meccanica; può essere l'effetto di un'azione chi-

mica seguita da doppia scomposizione e da scambio tra gli elementi delle sostanze disciolte e quelli contenuti nella terra; e può prodursi per azioni di contatto di natura e di origine diverse.

Le sperienze e le determinazioni comprese in questo lavoro mostrano che in generale, i corpi alogeni, messi in contatto colla terra o con taluni de' suoi principali elementi, non vi sono ritenuti, ma passano nella soluzione allo stato di combinazioni solubili. Quindi è che il cloro, il bromo, il jodo si ritrovano, nel liquido filtrato, quasi completamente, allo stato di cloruro, bromuro e joduro di calcio.

Le materie poi organiche e le azotate contenute nella terra, possono, per effetto del contatto di talune sostanze saline, divenir solubili e quindi assimilabili dall'organismo vivente de' vegetali. I nitrati, i fosfati, i sali ammoniacali e quelli a base di potassa e di soda, operano di preferenza una tale dissoluzione. La terra trattata coll'acido idroclorico allungato, ritiene le sostanze organiche azotate, e le può quindi trasmettere ad una soluzione di fosfato di soda.

Ma i fenomeni che avvengono in seno della terra e quelli che si producono nell'atmosfera in contatto de' vegetali, non sono semplici, e possono essere prodotti da molte cause tra loro diverse. La composizione più o meno variata del terreno; la presenza o mancanza dell'acqua e del vapore acquoso; la pioggia più o meno carica di acido carbonico, di ammoniaca, di acido nitrico, o di sostanze sollevate da' venti e disciolte dalle acque piovane; lo stato elettrico dell'atmosfera, e quindi la maggiore o minor quantità di ozono formatosi; l'azione che esercitano i corpi porosi nella produzione di talune sostanze; i corpi allo stato nascente forniti di proprietà particolari; la influenza ch'esercita la vegetazione sulla produzione dell'ozono e quindi dell'acido nitrico; le trasformazioni che subiscono gli ossidi di ferro in contatto delle sostanze organiche, che trovansi nella terra, e degli elementi dell'aria atmosferica, per effetto delle quali trasformazioni si producono altre sostanze organiche forse più assimilabili dall'organismo vegetale; tutte queste cause ed altre molte, complicano i fenomeni agricoli in modo straordinario, perlochè lo studio n'è estremamente difficile.

Quasi tutti i reattivi adoperati, non esclusa l'acqua distillata tolgono alla terra, calce, potassa, silice, magnesia, acido fosforico, sostanze tutte che passano nell'organismo vegetale. La terra non trasmette direttamente queste sostanze alle piante, ma essa le prepara e le rende atte, per la forma e per la composizione, ad essere disciolte dall'acqua e quindi ad essere trasmesse nell'organismo vegetale. La terra secca non ha nessuna influenza sulla vegetazione: essa ha bisogno di umidità, di calore, di luce e di molte altre influenze di contatto per operare efficacemente sulle piante. Che la terra sia il serbatoio principale delle sostanze necessarie per lo sviluppo e la vita delle piante, nessuno lo nega; ma ch'essa faccia passare, queste stesse sostanze, nell'organismo vegetale, allo stato solido, e senza il concorso di un dissolvente, non v'è una sola esperienza che lo dimostri. Le vedute di Liebig a tal riguardo, se non possono accettarsi dagli sperimentatori, hanno il merito di aver provocato altre ricerche e nuove esperienze, e di aver fermato l'attenzione de' cultori delle scienze naturali sopra un argomento importantissimo di fisiologia vegetale.

Liebig asserisce che la terra non abbandona all'acqua alcuna particella delle sostanze essenziali all'alimentazione delle piante, tali che la potassa, l'acido silicico, l'acido fosforico, l'ammoniaca, ec.; ma tale asserzione non è appoggiata dalle molte esperienze contenute in questo lavoro.

La terra che trovasi in contatto delle radici delle piante, umettata di acqua e contenente sostanze minerali ed organiche, può paragonarsi al miscuglio di sostanze alimentari che si riunisce nello stomaco degli animali; la parte superficiale delle radici delle piante, opera come un vero stomaco e prende tutto ciò ch'è solubile ed assimilabile trasmettendolo nell'organismo vegetale ove avvengono altre trasformazioni e nuove assimilazioni. Lo stomaco degli animali non opera altrimenti, prende cioè dagli alimenti costituiti da sostanze organiche e minerali, liquide e solide, tutto ciò che v'è di solubile e di assimilabile e lo trasmette nell'organismo animale ove si eseguono ulteriori trasformazioni ed altre e più svariate assimilazioni. Lo stomaco prende e trasmette sostanze disciolte, come le radici prendono e trasmettono materie solubili. La funzione è della stessa natura, ed il dissolvente è lo stesso.

L'acqua che traversa una certa quantità di terra arabile, posta dentro un imbuto di vetro, non agisce certamente come l'acqua ch'è ritenuta dalla terra de' campi. Non è l'acqua che separasi dalla terra che bisogna esaminare; al contrario quella che vi resta aderente opera lentamente sulla terra medesima e sulle piante, alle quali trasmette progressivamente le sostanze disciolte. Ogni vegetazione, se non si arresta, si rallenta durante le grandi piogge, dopo le quali ricomincia vigorosa sotto l'influenza dell'acqua ritenuta dal terreno, del calore e di altri agenti vivificanti. Le sperienze di Liebig mostrano la composizione dell'acqua abbandonata dal terreno in uno spazio ben corto, ma esse non dicono nulla sulla composizione dell'acqua che la terra ritiene per un tempo più o meno lungo. È precisamente sopra quest'acqua aderente al terreno che bisogna fare delle ricerche e delle sperienze, per poter rischiarare in qualche modo i fenomeni complicati ed importanti della nutrizione delle piante. Queste ricerche sperimentali, ora in corso di esecuzione, saranno pubblicate in altra Memoria.



#### NOTA SULLA MORFOLOGIA, E MICROGRAFIA DEGLI ORGANI DELLE CICADACEE.

Abbenchè le Cicadacee sieno di già state studiate con molta diligenza da valenti Botanici, tanto sotto il punto di vista fitografico, quanto sotto quello fitotomico e organografico, ciò nondimeno anche a riguardo loro esistono tuttora dei punti rimasti inosservati.



La breve nota che consegno alle stampe ha per oggetto di richiamarvi sopra l'attenzione dei studiosi onde verificando ed estendendo quel poco che in essa espongo, ne illustrino sempre meglio la storia.

E innanzi tutto rammenterò quanto comunicava al Congresso degli Scienziati italiani nella seconda Adunanza tenuta il 5 Ottobre 1839, che cioè almeno nei nostri climi le Cicadacee hanno una vegetazione biennale, interponendosi sempre due anni di tempo fra i successivi svolgimenti dei loro ciuffi di foglie.

Questo fatto che certamente non deve essere sfuggito all'attenzione degli Oricultori, ma che non ho trovato menzionato in verun opera, l'ho osservato sulla *Cycas revoluta*, sull'*Encephalartus horridus*, sulla *Zamia muricata*, sulla *Mexicana*, sul *Dion aculeatum* e sull'*Edule*.

È bensì da avvertirsi che ad onta di questo biennale compiersi del ciclo vegetativo non restano giammai inerti le piante, poichè ancora in quell'anno nel quale non sviluppano le foglie, lentamente vegetano come lo prova il rigonfiare e rendersi sempre più prominente della gemma terminale, e il lento ma continuo discostarsi delle foglie dall'apice del fusto, per cui vanno a farsi sempre più esterne in sino a tanto che non sono giunte alla di lui periferia, da quell'epoca in poi deperendo, disseccandosi e coll'andare del tempo distruggendosi sin quasi alla lor base. Fa contrasto con la lentezza degli apparenti risultati della vegetazione della gemma, la sollecitudine con la quale nel successivo anno da essa si svolgono le foglie che tutte contemporaneamente si producono, e in pochi giorni acquistano una lunghezza dieci o dodici volte maggiore di quella che avevano nella gemma.

In quanto alle appendici, le quali servono alla vegetazione, è da avvertirsi che nella *Cycas revoluta* (la cicadacea che meglio ho potuto studiare) le si presentano sotto due diverse forme. Le une pinnatisette, coriacee, lucide di un bel color verde raccolte in ciuffo regolare, e sempre state considerate quali vere foglie; le altre dodici volte più piccole, triangolari lanceolate, lungamente acuminata, strette addosso all'asse, non verdi ma di un colore rosso marrone chiaro, ricoperte da densa peluria cottonosa rossastra, in parte frammiste alle prime, in parte rac-

colte all' intorno essendone per il solito due volte più name-rose.

Le appendici di cui adesso tratto, e delle quali è certamente interessante il ricercare il valor morfologico, non sono proprie unicamente alla *Cycas*, ma appartengono a tutte le Cicadacee da me osservate, e *Zamia*, e *Dion*, ed *Encephalartos*; anzi in questo sono scariosse acuminate, bianco bigiastre, molte esterne al ciuffo di foglie ad esse coetanee, alcune frammiste alle foglie stesse della cui spira generatrice fan parte, nei *Dion* poi sono lanceolato acuminate tomentoso lanceolate, nelle *Zamie* sono apiculato cuspidate. Pertanto null' ostante la loro immancabile presenza nelle specie tutte di questa famiglia, è singolare come di esse non si faccia menzione dai più recenti Autori, i quali o ne tacciono del tutto, o veramente nel parlare dell'apparenza che per esse il caule acquista, mostrano di averne frantesa la natura (1).

(1) Bertling. Ordines naturales plantarum. Göttingae 1830. delle Cicadacee a pag. 93, dice. *Caudex cylindricus simplex, cicatrisatus seu rudimentis foliorum delapsorum squamosus*. L'Endlicher a pag. 70 dei suoi *Genera plantarum*, Viadobonae 1836-1840 a riguardo loro così si esprime. *Truncus cylindricus erectus, simplicissimus, interdum elatus, nonnumquam abbreviatus, subglobosus, catus frondium delapsorum cicatricibus brevibus, latis, squamosus*; e lo stesso Autore nel suo *Enchiridion botanicum*. Viennae, 1841 a pag. 9, sempre sullo stesso proposito, dice: *Arbores truncus cylindrico. . . . frondium delapsarum cicatricibus latis squamoso vel cicatrisato*. Il Meisner nel suo *Plantarum vascularium genera*, Lipsiae 1836-43 qualifica il loro tronco *foliorum reliquiis squamato cicatrisato*. Lo Spach nell' *Histoire naturelle des végétaux*, Paris 1842, Tomo 11 pag. 440, sullo stesso proposito dice. *Tronc très simples, droit, éolonnaire, écailleux, ou annulé par les cicatrices des anciennes feuilles*. Il Lindley infine a pag. 223 del suo *Vegetable kingdom*, London 1847 ripete: *The stems are strongly marked with the lozenge-shaped scars of broad woody leaf-stalks*.

Eduardo Smith in una Memoria intitolata *Description of the fruit of Cycas revoluta*, letta il 3 Novembre 1801 ed inserita nel Vol. VI. delle Transactions of Linnean society, London, porge il disegno della sommità del fusto sostenente il ciuffo terminale delle foglie, nel mezzo del quale sono le appendici sostenenti gli organi riproduttori, ed esternamente intorno alla base delle vere foglie, sono le altre appendici che qualifico per perule.

Il Jacquin nel Vol. III. delle sue *Icones plantarum rariorum Vindobonae* anno 1786-1793 nelle tavole num. 635 e 636 porge le figure di due *Zamie* dell' *integrifolia* cioè, e dell' *angustifolia* alla base delle di cui fo-

È bensì vero che non a tutti i Botanici passarono inosservate; così lo Smith, il Jacquin, e l'Autore dell'articolo *Zamia* nell'*Encyclopedie methodique* ne fan parola ora con termine generale chiamandole squame, ora qualificandole per stipole.

La loro qualità manifestamente appendicolare, la consistenza, la mancanza di parenchima, la posizione che tengono, e l'ordine con la maggior parte di esse si svolge rapporto alle vere foglie verdi e pinnatisette, le qualificano per perule, le quali per la loro posizione, e per il loro più precoce svolgersi sono destinate a difendere le vere foglie, nella loro prima età.

Per determinare poi il valore morfologico di queste perule, ossia la loro provenienza, gioverà lo studio comparativo di esse, e quello delle foglie vegetanti, dal quale apparirà che ogni perula nella sua maggiore estensione, è per la forma ed apparenza quasi identica con la base della vera foglia, avendo la sua estremità superiore prolungata in un assottigliamento acuminato in forma di cuspidi tanto più corto e rigido quanto più è esterno, ed inversamente viepiù allungato e pieghevole quanto più prossimo è all'interno, ossia alla parte occupata dalle vere foglie delle di cui lamine sono queste cuspidi una degenerazione, come ciò vien dimostrato dalla presenza sui loro margini di diverse piccole papille, o piccole spine, le quali sono i rudimenti dei laterali segmenti delle foglie.

La presenza di appendici, le quali tanto per la loro posizione, quanto per la loro conformazione sieno intermedie alle vere foglie, e alle perule, è piuttosto rara nella *Cycas*, ma nell'*Encephalanthos* è costante in tutte le perule più interne di ciaschedun ciuffo, ed essa toglie ogni dubbio in proposito della loro significazione morfologica, per cui si può stabilire che le Cicadacee al pari delle Graminacee hanno le singole loro vegetazioni fornite di perule peziolari, e di appendici vegetanti composte di picciolo e di lamina.

Oltre all'appendici destinate alla vegetazione, è cognito che nella *Cycas revoluta* altre ve ne sono che servono alla riprodu-

zione pinnatipartite, sono espresse con tutta evidenza le squame (appendici squamiformi) le quali con simile esattezza vedonsi nelle figure della *Zamia media* che lo stesso Autore produce ai numeri 397, 399 delle *Descriptiones plantarum rariorum Horti Caesaris Schoenbrunensis*, Vol. III.

zione, le quali compariscono a rari intervalli di tempo sulle piante presso di noi coltivate e adulte, e sempre si offrono nella sommità del fusto entro il ciuffo delle foglie.

Della loro posizione sul caule, e delle differenze che sotto questo rapporto presentano confrontate con le foglie, e le perule, non sono in grado di referir nulla, poichè fino a qui non mi è stato concesso studiare una *Cycas* in fiore. Bensì qualche cosa potrò dire di esse considerate isolatamente, in grazia della cortesia del mio Chiarissimo amico Dottor Attilio Tassi Professore di Storia naturale nell'Università di Siena, il quale mentre era Professore di Botanica a Lucca me ne favorì più campioni telti da un bellissimo individuo dell'Orto botanico da lui diretto.

Queste appendici serventi alla riproduzione, dette ancora carpofilli, abbenchè evidentemente sieno dotate tutte dello stesso valore morfologico, non si presentano perfettamente simili fra loro, essendovene alcune sterili, altre fertili; le prime sono ora intiere e di configurazione lanceolato cuspidata, ora dotate di maggior dimensione delle precedenti e spatolate, piuttosto lungamente picciolate, con lamina divisa in segmenti lanceolato lesiniformi spinescenti nell'apice, a incisioni profonde sì, ma non tanto da non lasciare una parte mediana (rachis) assai larga.

Le altre cioè le fertili, in tutto e per tutto rassomigliano alle sterili a lamina pinnatifida, solo diversificandone per il portare che fanno sui lati del picciolo gli organi feminei, da alcuni considerati quali pistilli (vedi Atti della prima riunione degli Scienziati italiani. Pisa, 1840. pag. 131) ma dal maggior numero dei Botanici tenuti quali uovicini.

Non entrando nell'oggetto di questa nota il discutere tal questione, la tralascio per fermarmi a considerare l'analogia esistente fra i carpofilli tanto fertili quanto sterili, e le appendici che più inferiormente situate costituiscono le vere foglie, e le perule. Emerge questa analogia non tanto dalla posizione, per la quale appariscono vere appendici del caule, quanto dalla conformazione, e dai caratteri organografici.

Per la conformazione pinnatifida mostrano di essere foglie vegetanti imperfettamente sviluppate, diversificando da esse per

l'assenza del color verde e degli stomi, per la struttura delle cellule epidermoiche, e per la fitta peluria cottonosa di cui son rivestite, differenze che si riscontrano eguali confrontando dette foglie vegetanti, o vere foglie con le perule, laonde le appendici spettanti agli organi riproduttori o carposifilli per l'organizzazione di quanto è mera appendice si avvicinano più alle perule di quello che alle vere foglie.

A queste considerazioni di morfologia aggiungendo quelle poche di fitotomia che sulla *Cycas revoluta* mi è occorso di fare, dirò che osservando con un ingrandimento microscopico di circa 400 in diametro, l'epidermide delle due pagine di un carposifillo, comparisce compatta, priva di stomi formata da una sostanza cartilaginea gialla, scavata da numerose piccole cavità non limitate da parete propria, ma separate da setti semplici.

Osservando poi con lo stesso ingrandimento l'epidermide della pagina superiore delle vere foglie, scorgesi priva ancora essa di stomi, e fermata da cellule poligone strette insieme a pareti locavate da canaletti che danno loro tutta l'apparenza di essere perforate.

All'opposto l'epidermide della pagina inferiore non è levigata, e lucida nella sua superficie come quella della superiore, ma è appannata e provvista di fitte ed equidistanti protuberanze che esaminate col microscopio si mostrano cave, a sommità troncata ed aperta, le quali formano la porzione superiore del vestibolo nel cui fondo è lo stoma.

L'esatta cognizione di questa singolare struttura, la quale a mia saputa non ha nulla di simile in altre piante, deve al celebre sig. Prof. Cav. Giovan Battista Amici che sin dal 1840 la rappresentava nella preparazione fitotomica notabilmente ingrandita della foglia di *Cycas revoluta* posta in esposizione nel Regio Gabinetto di Fisica e Storia naturale di Firenze, unitamente a molte altre preparazioni di micrografia fitotomica eseguite tutte sotto la di lui direzione.

In detta preparazione è manifesta la struttura delle pareti dei vestiboli, le quali risultano da circa quattordici cellule tavoleformi, strette in giro, disposte per taglio, e distinte dalle cellule, che adiacenti alla base costituiscono l'interposta super-

ficie planeggiante dell'epidermide. Benal non vi si vedano gli stomi, ma della presenza di questi, e della loro situazione nel fondo del vestibolo ne rendeva conto il chiarissimo Osservatore in una sua lettera a me diretta il 30 Novembre del corrente concepita negli appresso termini:

„ Guardando con uno dei miei nuovi obiettivi ad immersione, d'ingrandimento non minore di mille, una sottil lamina dell'epidermide della pagina inferiore delle foglie di *Cycas revoluta*, tagliata sino al parenchima, ho veduto subito palesemente che in fondo alla cavità di apertura costante, la quale rappresenta lo stoma esterno, esistono due grandi orifici della solita forma con un'apertura longitudinale. La struttura adunque delle bocchette aeree di queste piante, non può considerarsi come facente eccezione alla regola ordinaria, poichè l'ingresso ed egresso dei fluidi aerei resta sempre regolato dallo stato dello stoma interno, come lo è nel *Nerium Oleander* ove nella inferior pagina delle foglie, sino (1) dal 1830 scriveva al sig. Mirbel, esistere gli stomi nel fondo dei vacui ad apertura ingombra di peli. „ Ed in altra del 5 corrente aggiungevami sempre su tal soggetto: „ il vacuo compreso entro la cavità ovale si estende traverso la grossezza dell'epidermide, formandovi una cavità cilindrica che giunta in prossimità del sottoposto parenchima si restringe e presenta altro vestibolo simile all'esterno, ma posto in senso inverso con apertura centrale, di contro alla quale è applicato lo stoma. Immediatamente intorno alla cavità che traversa l'epidermide e per tutta la grossezza di questa, sonovi dei piccoli tubi perpendicolari che contigui l'uno all'altro le servono come d'astuccio. Le adiacenti cellule epidermoiche per quanto sembrano, sino ad illudere, dotate di membrana traforata, non sono tali, come ho riconosciuto con tutta evidenza, adoperando un obiettivo fortissimo, al quale pure bisogna ricorrere quando vogliasi verificare la posizione dello stoma „.

(1) Vedi Osservazioni del Dott. Pietro Savi sulla struttura ed esistenza degli stomi in alcune piante, scritte in forma di lettera, al Prof. Cav. Giovanni Battista Amici; pag. 49 del Tom. II. della Serie II. delle Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino.

Vol. XII.

La peluria che rende tomentose amendue le pagine dei carpofilli, e la inferiore delle perule, abbenchè a prima vista sembri identica, pure considerata col microscopio nell'intima sua struttura apparisce diversa.

Quella delle perule è formata, al pari dei filamenti che ricuoprono i semi del cotone, da tubi cavi, a estremità acuta, pareti sottilissime, continue imperforate, non cilindrici ma stiacciati in nastro. Una materia gialla trasparente aderisce alla superficie interna delle pareti, e le colora non con eguale intensità ovunque, ma più o meno a seconda della sua quantità, la quale talora è tanta da riempire lo spazio della cavità nastri-forme ostruendola a luoghi a luoghi, o veramente da addensarsi in piccole masse sferiche o granulari. Indipendentemente dalle summentovate ostruzioni, l'interna cavità dei peli è interrotta da setti obliqui formati dalla stessa sostanza delle pareti, delle quali sono una immediata continuazione.

I peli poi dai quali risulta il tomento dei carpofilli, sono formati di tubi cavi cilindrici, acuminati nell'estremità, le loro pareti sono grosse tanto da superare il quarto del diametro del tubo stesso, ed hanno la trasparenza, e la continuità della membrana dei peli delle perule, solo che mostrano sull'interna superficie delle striature spirali quali vedonsi nei clostri del *Taxus baccata*. Le pareti non conservano in tutta la loro lunghezza eguale grossezza, e la cavità che limitano a luoghi, a luoghi è interrotta da una materia incolore, solida e trasparente. Quasi ogni pelo presso la sua estremità offre un capezzolo, il quale indica il punto ove il pelo si connetteva con l'epidermide sottoposta, avendo esso ambedue le estremità libere.

PROF. PIETRO SAVI.



OSSERVAZIONI FATTE NEL GIARDINO BOTANICO DI VALENZA IN SPAGNA DURANTE L'ECCLISSE TOTALE DEL SOLE NEL 18 LUGLIO 1860, DAL SIG. D. JOSÉ PIZCUETA GIA' PROFESSORE DI BOTANICA, E ORA RETTORE DELL'UNIVERSITA' DI VALENZA.

L'oggetto di queste osservazioni è stato di fissare nel miglior modo possibile i mutamenti che si osservarono non solo in al-

cune funzioni delle piante, ma anche nelle loro proprietà fisiche, e vedere se derivavano da mancanza di luce o di calore ovvero dall'umidità atmosferica. Per far ciò con maggiore esattezza, e comparare i risultati, esaminai partitamente nei giorni antecedenti lo stato delle piante che lo meritavano in modo speciale per la loro natura particolare, non solo delle indigene o delle già acclimatate, ma anche quelle dei climi differenti conservati nelle stufe, e che per ragione della stagione erano state cavate fuori e stavano in siti da non soffrire da eccessivo calore. Notai pertanto lo stato atmosferico, il calore, l'umidità, la pressione e quanto poteva avere influenza.

I principali fenomeni che doveano osservarsi erano l'antesi o la fioritura, o piuttosto il modo e l'epoca dell'aprirsi dei fiori, e molto particolarmente la diversa posizione che pigliano le foglie articolate quando il sole discende sotto il nostro orizzonte, che viene indicato dai Botanici col metaforico nome di *senso* della piante: come pure il colorito e odore di alcune corolle che suole cambiare secondo la maggiore o minore intensità della luce.

Ciò sarebbesi potuto osservare in un gran numero di piante, se lo stato avanzato della stagione non avesse già fatto dormire alcune e accelerato l'ora di aprirsi e serrarsi delle altre. Così successe in molte delle Composte, della sezione delle Cicoriacee, che in questo Giardino si aprono in febbrajo e marzo alle 9 o 10 della mattina e si chiudono alle 4 della sera, e a questa stagione lo fanno poco dopo il levar del sole e chiudonsi alle 11.

Altre il cui odore delle corolle varia dal giorno alla notte o passarono già come *Pelargonium triste* Ait. (Flor. del clavo), o non han fiorito affatto come il *Cestrum nocturnum* L. (Galan de noche), *Brumfelsia americana* L. (Dama de noche) e alcun altra. Restavano però diverse altre nelle quali si poterono studiare queste particolarità.

Per istudiar meglio le varie piante nel poco tempo che ci avrebbe concesso l'eclisse, riunii preventivamente nel centro del Giardino e in luogo conveniente quelle che aveano da assoggettarsi all'esame, disponendole in modo analogo a quello che aveano quando erano nella loro casa d'inverno o stufa, e



non omisi quelle che crescendo all'aria libera sono molto eccitabili. — Misi all'ombra riuniti e vicini il barometro aneroidale, l'igrometro di Saussure, un termometro a due scale, e un altro eguale fu posto al sole. Come il mio oggetto era osservare nelle piante gli effetti dell'eclisse anzichè le modificazioni degli astri, non usai strumenti ottici appropriati, ma solo quelli che potevano facilitarmi il fenomeno e le sue variazioni.

Il giorno 16 si ebbe la mattina un forte acquazzone accompagnato da tuoni e grandine. Il 17 fu sereno con qualche nube.

Cominciai le mie osservazioni alle 12  $\frac{1}{2}$  del 18, e le variazioni che notai fino alle 4<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> sono notate nel quadro n° 1. fissando la mia attenzione sulle piante, esse mi diedero il risultato contenuto nel quadro n° 2.

Alcuni convolvoli chiusero le loro corolle. La *Ipomea Leari* che le avea serrate alle 12, tornò ad aprirle durante l'eclisse e tosto le serrò. Le *Nyctaginee* mostrarono l'assenza della luce: la *Mirabilis jalapa* (Diego de noche) aprì i suoi fiori alle 3<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> vale a dire due ore avanti degli altri giorni. Il prezioso *Cereus rostratus* (H. morr.) che cresce qui all'aria libera e che come notturno apre i suoi fiori alle 6, aprillì quantunque sol per metà alle 3<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>.

La corolla della *Echscholtzia crocata* Benth. si chiuse all'eclisse.

Le *Oenothera* particolarmente la *biennis* L., che si apre un quarto d'ora dopo tramontato il Sole, non fecero moto alcuno attribuendosi a caso che esse non aveano nell'ora dell'eclisse il loro alabastrum o boccio nel massimo di crescita, tardaron quel giorno mezz'ora ad aprire i loro fiori. Forse la mancanza di luce e calore sospesero il corso del succhio. — Non osservai variazione alcuna nell'odore della Madreelva, nè nel colore dei *Phurbagoz*. Si osservarono varii passeri che vennero a nascondersi negli alberi, e apparvero alcuni pipistrelli notturni. Si videro perfettamente tre stelle che erano state indicate e le due aureole coi suoi raggi retti e undulati.

Al momento dell'eclisse si eguagliarono i due termometri al sole e all'ombra, segnando 20° R. o 25 C. Il vento che era stato di E. mutò e calmò fissandosi al S. E., tornando tosto all'E. L'igrometro indicò più umidità che nei Gabinetti stando in

mezzo al Giardino. Fu lasciato tutto alle 4<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> della sera come alle 11<sup>h</sup> del mattino.

## QUADRO I.

Osservazioni meteorologiche fatte nel Giardino botanico durante l'eclisse.

ORA	TERMOM. CENTIGR.		BAROM.	IGROM.	STATO DELL'ATMOSFERA
	al sole	all' omb.			
12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	33	27	758	89	Sereno vento Est
1 0	33,5	27	758	86	id. id. forte
1 30	35	27	758	87	id. id.
1 50	35	26	757,5	87	id. diminuisce il vento
1 55	32	26,5	758	86,5	id. comincia l'eclisse
2 2	33	26	758	87	id. „
2 10	34	26	758	87	id. „
2 21	34	26	758	87	id. va diminuendo la luce
2 30	32	27	758,5	87,5	
2 35	31	27	757,5	88	
2 40	29	27	757,5	88	
2 45	29	27	757,5	89	
2 50	28,5	25,5	757,5	89	
2 55	27,5	25,5	757,5	91	
3 5	25,5	25	757,5	91	
3 5	25	25	757,5	93	
3 10	25	25	757,5	93	
3 15	25	25	757,5	93,5	vento al S-E.
3 20	26	25	757,5	94,5	diminuisce il vento
3 25	26,5	25	757,0	95,0	
3 30	27	25	757	94,5	
3 35	29	25	757	94,5	vento E.
3 40	30,5	25	757	93,5	
3 45	31	26	757	93,0	
3 50	31,5	26	757	92,5	
3 55	32,5	26	757,5	91,5	
4	32,5	26	757,5	91,0	
4 5	33,5	26	757,5	90	
4 10	33,5	26	757,5	90	
4 15	35,5	26	757,5	89	

## QUADRO II.

Grado delle posizioni che presero le foglie delle piante durante l'eclisse.

*Acacia distachya* Dec.

„ *capensis* Burch  
„ *pulchella* RB  
„ *vera* Willd  
„ *lanuginosa*  
„ *impressa*

*Acacia glandulosa* Willd  
*Farnesiana* Willd

} non si osservò variazione alcuna.

*Mimosa sensitiva*; *Gleditschia caspica* Dest. }

serrarono le loro foglie un 8<sup>a</sup> parte

*Acacia Julibrissin* Willd.

„ *grandiflora* Willd  
*Calliandra tetragona*  
*Couleria tinctoria* H. B.  
*Indigofera Dosua* Hamilt.

*Cassia Barklayana* Sweet.  
*Amorpha fruticosa* L.  
*Bauhinia latifolia* Cav.  
*Coronilla glauca* L.  
*Desmanthus angustifolius*

} serrarono le foglie una 4<sup>a</sup> parte

*Acacia lophanta* W.

„ *leucocephala* Berter  
„ *Wallichiana* D. C.  
„ *Westiana* D. B.  
*Mimosa pudica* L.  
*Inga anemala* Smith  
*Calliandra brevipes*  
*Parkinsonia aculeata* L.

*Schottia speciosa* Jacq.  
*Amicia affinis*  
*Tamarindus indica* L.  
*Oxalis Deppei*  
*Cassia grandiflora* Desf.  
*Wiborgia polystachia*

} serrarono le foglie una metà.

*Acacia strombulifera* W., *Acacia Lebeck* W. } serrarono le foglie  $\frac{1}{4}$  parti.

Il *Nelumbium caspicum* Fisch e la *Nymphaea coerulea* si serrarono con anticipazione.

Il verde variato delle piante e i differenti colori delle corolle presero una tinta speciale per l'opacità della luce, e davano al Giardino un aspetto differente dal crepuscolo. L'ombra delle foglie non era tagliata come colla luce del Sole, e della Luna, ma diminuita e sfumata agli orli.

RICERCHE CHIMICHE SULL' ESSENZA DE' LIMI DI SPAGNA;  
DI S. DE LUCA.

La pianta del *citrus lumia*, con le sue numerose varietà, è abbondante in Calabria ed in Sicilia: essa produce un frutto, le cui apparenze esterne lo fanno molto somigliare al limone; ma mentre quest'ultimo fornisce un succo acido, l'altro invece ne dà uno zuccherino ed aromatico. La corteccia de' limi di Spagna esala un odore molto soave, il quale differisce da quelli del limone e dell'arancio, e si avvicina di più all'odore dell'essenza di bergamotto, che però è più forte e penetrante.

Questa essenza è stata preparata, esprimendo le cortecce de' frutti del *citrus lumia*, in un paese di Calabria chiamato Squillace, ove questi stessi frutti portano il nome di *limi* di Spagna. Essa ha un colore giallo intenso; ma distillandola, la sostanza che la colora resta come residuo nella storta. Le prime porzioni di questa essenza distillano tra' 130 e 180 gradi ed esse contengono dell'acqua; la maggior parte passa da 180 a 190°; ed alla temperatura compresa tra' 200 ed i 220°, si osservano, ne' prodotti volatili, de' vapori bianchi aventi odore empireumatico, mentre un residuo bruno carico resta nella storta. Questo residuo e le prime porzioni che passano alla distillazione contengono de' composti ossigenati.

L'essenza distillata è interamente limpida ed incolore; la porzione raccolta da 180 a 190° aveva una densità di 0,912 alla temperatura di 10 centigradi. Per mezzo di una nuova rettificazione, il punto di ebollizione dell'essenza si fissa a 180° e vi resta stazionario fino alla sua quasi completa distillazione. Le sperienze che seguono sono state fatte sulla porzione dell'essenza raccolta esattamente a 180°.

Quest'essenza è più leggiera dell'acqua; e la sua densità, determinata alla temperatura di 18°, è uguale a 0,853; essa è insolubile nell'acqua, alla quale però, per mezzo dell'agitazione, comunica il suo aroma particolare; si scioglie debolmente nell'alcole, e con molta facilità nel solfuro di carbonio e nell'etere.

La sua composizione è rappresentata dalla formola  $C^{10}H^{16}$  la quale si deduce da' numeri seguenti forniti dall'analisi:

	I	II
Carbonio . . . . .	87,89	87,75
Idrogeno . . . . .	11,98	11,97
	<hr/>	<hr/>
	99,87	99,72
La formola $C^{10}H^{16}$ richiede	$\left\{ \begin{array}{l} C . . . . . 88,2 \\ H . . . . . 11,8 \end{array} \right.$	
	<hr/>	
	100,0	

Quest'essenza, mischiata all'alcole ed all'acido nitrico, s'istrua e produce, con un contatto alquanto prolungato, una sostanza cristallizzata. L'essenza è attaccata, sotto l'influenza del calore, dall'acido nitrico con isviluppo di vapori nitrosi e produzione di sostanze resinose di aspetto giallastro. Il gas acido cloridrico secco, come pure lo stesso acido in soluzione concentrata, agiscono alla temperatura ordinaria, si combinano all'essenza e producono composti liquidi e cristallizzati: il composto cristallizzato dotato di un odore particolare, fusibile per mezzo di un leggero calore, è un bicloridrato della formola  $C^{10}H^{16}, 2HCl$ , il quale contiene circa 34 per 100 di cloro.

Finalmente la detta essenza devia a diritta il piano di polarizzazione della luce, e questa deviazione fu trovata eguale a  $+ 37$  per la tinta di passaggio. In tale occasione è uopo ricordare che la tinta di passaggio per l'essenza di manderino corrisponde a  $+ 111,5$ .

Come il *citrus lumia* comprende molte varietà, io ho l'intenzione di procurarmi le essenze de' loro frutti per farne un esame comparativo.



## RICERCHE SULL' IODO ATMOSFERICO; DI S. DE LUCA.

In continuazione delle sperienze pubblicate precedentemente (1) in questo Giornale sull'iodo atmosferico, credo opportuno di far note le altre fatte posteriormente ne' primi sei mesi di quest'anno.

1. Una quantità di neve di circa 6 chilogrammi è stata raccolta sul tetto di una casa situata nella parte centrale di Pisa, e precisamente attigua allo Stabilimento destinato all'insegnamento della chimica. La detta neve è stata introdotta in un recipiente di vetro ed ha prodotto dopo poche ore un liquido limpidissimo, la cui metà fu evaporata col carbonato di potassa puro in una cassula di porcellana, e l'altra metà fu evaporata nello stesso tempo con un'eguale quantità di carbonato di potassa contenente  $\frac{1}{10}$  di milligr. d'ioduro di potassio: il residuo ottenuto dalla prima metà, co' reattivi più delicati, non ha prodotto veruna reazione indicante iodo, mentre col l'altro residuo si ottenevano facilmente tutte le reazioni appartenenti al metalloide.

2. Il giorno 4 Febbraio di questo volgente anno 1860, ho stabilito, sulla parte superiore della Torre inclinata di Pisa, un apparecchio solidamente fermato alla ringhiera di ferro, nello scopo di raccogliere ed esaminare l'acqua di pioggia. Questo apparecchio si compone di un largo imbuto di latta verniciato, avente un diametro di 30 centimetri, il quale comunica con un lungo tubo verticale e questo s'introduce in un recipiente di vetro chiuso in una cassa di legno. La torre ha un'altezza di circa 54 metri e domina la città, ed inoltre si trova isolata in vicinanza degli antichi monumenti e di taluni Stabilimenti di pubblica utilità: per la sua posizione essa è in condizioni molto favorevoli per raccogliere l'acqua di pioggia esente da tutte le impurità che si elevano dal suolo e che possono mischiarsi agli strati inferiori dell'atmosfera. L'apparecchio poi è di 2 metri più alto della torre.

(1) Nuovo Cimento; Vol. X, 1859, pag. 228.

La quantità totale delle acque raccolte nell'apparecchio menzionato, dal 4 Febbraio fino al 25 Giugno, si eleva a 14 litri e 600 cent. cub. come si rileva dal quadro che segue:

Dal 4 al 29 Febbraio . . . . .	2 <sup>litri</sup> 900
Dal 1° al 31 Marzo . . . . .	0,460
Dal 1° al 30 Aprile . . . . .	7,200
Dal 1° Maggio al 1° Giugno . . . . .	1,165
Dal 1° al 25 Giugno . . . . .	2,875
	<hr/>
Totale . . .	14,600

3. *Acqua raccolta dal 4 al 29 Febbraio.* Essa è stata divisa in tre parti: la prima di 1 litro e 750<sup>cc</sup>, è stata evaporata in un pallone a lungo collo con del carbonato di potassa puro; la seconda di 500<sup>cc</sup>, in una cassula di porcellana collo stesso carbonato di potassa; e la terza, di 650<sup>cc</sup>, in una storta tubulata munita di un recipiente anche tubulato ed in presenza dello stesso carbonato di potassa. I tre residui in tal modo ottenuti non hanno prodotto co'reattivi la minima reazione che caratterizza la presenza dell'iodo. Debbo però dire che il residuo proveniente dall'acqua evaporata nella cassula di porcellana, in contatto diretto dell'aria confinata dal laboratorio, dopo i trattamenti convenevoli ha presentato una dubbia colorazione rossastra per mezzo dell'acido nitrico e della colla di amido; intanto, in questi tre trattamenti, aggiungendo qualche traccia di un ioduro alcalino si ottenevano facilmente le colorazioni azzurre dovute all'ioduro di amido.

4. *Acqua raccolta dal 1° al 31 Marzo.* La si è evaporata con del carbonato di potassa in una storta tubulata munita di un recipiente in cui si è condensata con cura l'acqua di evaporazione. La calcinazione del residuo ottenuto ed i diversi trattamenti alcoolici sono stati eseguiti nella stessa storta; le soluzioni alcooliche sono state evaporate in una cassula di porcellana. I risultati ottenuti sono stati negativi relativamente alla presenza dell'iodo; ma  $\frac{1}{10}$  di milligr. d'ioduro di potassio in soluzione ha manifestato istantaneamente le reazioni di questo metalloide quando lo si è aggiunto al suddetto trattamento.

5. *Acqua raccolta dal 1° al 30 Aprile.* Con questa acqua si son fatte quattro esperienze impiegando, nelle tre prime, 2 litri di acqua, e nell' ultima 1 litro e 200<sup>cc</sup>. L' evaporazione è stata eseguita nella storta di sopra indicata con del carbonato di patassa puro; ma non si è ottenuto, per mezzo di trattamenti appropriati, veruna reazione appartenente all'iodo. Il residuo ottenuto dall' evaporazione de' 2 primi litri di acqua dopo averlo trattato coll'alcole si è disciolto nell' acqua distillata e nella soluzione acquosa filtrata si è aggiunto un piccolo eccesso di nitrato d'argento e di acido nitrico, e si è ottenuto un precipitato di 0<sup>gr</sup>,041 di un composto argentario, il quale scomposto per mezzo dello zinco e dell'acido solforico allungato, non ha fornito veruna reazione appartenente all'iodo.

6. *Acqua raccolta dal 1° Maggio al 1° Giugno.* Essa è stata evaporata nella stessa storta con del carbonato di potassa, senza aver fornito la minima traccia di iodo.

7. *Acqua raccolta dal 1° al 25 Giugno.* Con quest' acqua si son fatte due sperienze, cioè: due litri sono stati evaporati con del carbonato di potassa nella stessa storta ed hanno fornito risultati negativi relativamente alla presenza dell'Iodo; 875 cent. cub. hanno poi prodotto per mezzo dell'azotato d'argento e dell'acido nitrico un precipitato di 0<sup>gr</sup>,0325 avente tutti i caratteri del cloruro di argento.

Da queste sperienze risulta che la neve e l'acqua di pioggia da me esaminate non contenevano iodo sensibile a' reattivi.



#### SUL POTERE DEGLI UMORI DELL' OCCHIO A TRASMETTERE IL CALORICO RAGGIANTE; DI A. CIMA (1).

L'organo della visione, e per la mirabile disposizione e per

(1) Riproduciamo questa nota, benchè già pubblicata da qualche tempo, perchè dimenticata in alcune ricerche recenti fatte in Francia sullo stesso argomento e di cui daremo un estratto.

G.



la natura delle parti diverse che lo compongono, fu ben a ragione considerato dai fisiologi e dai fisici come uno dei più perfetti strumenti d'ottica. La luce nel traversare quell'organo è costretta a rifrangersi in modo da produrre il suo massimo effetto sopra la parte sensibile del medesimo, ossia sopra la retina, mentre quella porzione di essa luce che servirebbe più a sturbare che a rinforzare la visione, viene assorbita dalla membrana corioidea.

Ma unite alla luce esiste sempre il calorico raggiante, il quale si sa esser capace di traversare i corpi trasparenti, come li traversò la luce. Non essendovi per altro nessun rapporto tra la maggiore o minor facoltà di trasmettere il calorico raggiante e il grado di diafaneità dei corpi, non si poteva *a priori* determinare quale è la trasmissibilità di detto calorico per le diverse parti dell'occhio.

Onde determinare sperimentalmente codesta trasmissibilità, feci alcune sperienze col solito apparato del sig. Melloni; sperienze che mi affrettò a dichiarare insufficienti per lo studio completo del fenomeno, ma bastevoli per altro a dimostrare una verità fisica.

Mi sono servito in queste sperienze di occhi di bue, ed ho usato una lampada alla Locatelli come sorgente calorifica. Prima di sperimentare sulla lente cristallina, sull'umor vitreo e sull'occhio intero, faceva cadere i raggi calorifici della lampada direttamente sulla pila termo-elettrica, regolando la distanza tra questa e quella, in modo che l'ago del galvanometro mi desse una impulsione primitiva di 39°.

È ben noto il modo di operare coll'apparato del sig. Melloni nelle ricerche sulla diatermiansia, perchè mi creda dispensato dal descriverlo. Noterò solo che il foro centrale del diaframma fisso nell'apparato è del diametro di 8 millimetri, e che nel medesimo colloco ora la lente cristallina spogliata da tutte le altre parti che le sono naturalmente unite nell'occhio, ora l'umor vitreo contenuto in una apposita cassetтина a pareti di vetro sottilissime, ora l'occhio intiero, dopo per altro aver tolto dalla sua parte posteriore tutti gli involucri, in modo da lasciare allo scoperto l'umor vitreo per una superficie uguale all'apertura dell'accennato diaframma.

Ecco intanto le deviazioni impulsive avute nell'ago del galvanometro:

<i>Corpo interposto</i>	<i>Grossezza del medesimo</i>	<i>Gradi del galvan.</i>
(1) Umor vitreo	10 millim.	7,75
(2) Lente cristallina	10,5 »	9,13
(3) Occhio intero	31 »	7,00

I numeri indicanti i gradi del galvanometro sono le medie dedotte da quattro sperienze.

Onde determinare le forze corrispondenti alle deviazioni dell'ago galvanometrico, mi sono giovato d'una tavola delle intensità calcolate per il galvanometro di cui ho fatto uso, e gentilmente favoritami dal Dott. Felici, aiuto alla cattedra di fisica nell'Università di Pisa.

Stando a questa tavola, e calcolando sulle basi della medesima le frazioni di grado contenute nelle accennate medie, le dette forze sono così rappresentate:

<i>Deviazioni impulsive</i>	<i>Forze corrispondenti</i>
7,75	2,2
9,13	2,9
7,00	2,0

quella dell'impulsione di 39° dell'ago essendo corrispondente a 22,9.

Prendendo intanto per 100 il raggiamento totale corrispondente alla detta deviazione primitiva di 39°, e calcolando i rapporti del raggiamento incidente e del raggiamento trasmesso col metodo seguito dal sig. Melloni (1), si ha:

<i>Corpo interposto</i>	<i>Raggi trasmessi</i>	<i>Raggi arrestati</i>
(1)	9	91
(2)	13	87
(3)	9	91

(1) *Sur la transmission libre de la chaleur rayonnante par différents corps solides et liquides, par M. Melloni. -- Annales de chimie et de physique. Tom. LIII, anno 1835.*

Questi numeri ci dicono chiaramente quanto piccola sia la quantità di raggi calorifici che, assieme alla luce, trasversano le diverse parti dell'occhio, non che l'organo intero. Se si riflette intanto che quelle piccole quantità di calorico, che sono capaci di produrre un effetto così marcato, allorchè agiscono sulla pila termo-elettrica, sono incapaci di eccitare la benchè minima sensazione di calore nei nostri organi, se ne potrà inferire come quei pochi raggi calorifici, che traversando le diverse parti dell'occhio giungono fino alla retina, non possano eccitare su questa espansione nervosa nessuna molesta sensazione calorifica.



**SULLA NATURA DELLA SCINTILLA D'INDUZIONE; DEL PROF. RIJKE.**

( *Phil. Mag*, Dec. 1860 ).

È noto che Du Moncel mostrò, è già qualche anno, che la scintilla d'induzione dell'apparecchio di Ruhmkorff differisce assai dalla scintilla della macchina elettrica della bottiglia di Leida. Quest'ultima è omogenea e consiste in una striscia di fuoco; in vece la scintilla d'induzione è manifestamente formata di due parti, cioè nel centro di una scintilla propriamente detta e di un'atmosfera luminosa che la circonda. Più tardi Perrot trovò che l'azione calorifica dell'atmosfera era molto più forte di quella della scintilla interna, e vide che una corrente d'aria spinta sopra la scintilla d'induzione staccava l'atmosfera luminosa dalla striscia di fuoco interna che rimaneva fissa. Finalmente Du Moncel facendo agire un'elettro-calamita sopra la scintilla d'induzione, riconobbe che l'atmosfera luminosa sola obbediva al magnetismo come l'arco voltaico.

L'Autore comincia dall'esaminare quale dev'essere lo stato elettrico del filo indotto nel momento che precede la scarica.

Si può ritenere che la tensione di nome contrario alle due

estremità di questo filo vada crescendo dal suo mezzo fino a questa estremità. L'Autore crede che le cariche elettriche raccolte presso le estremità si scaricheranno le prime sotto forma di scintilla e che in vece le cariche più interne, per la grande resistenza del filo lungo e sottile della spirale, giungeranno molto dopo all'estremità per scaricarsi. Qui l'Autore cita l'esperienza di Wheatstone sulla durata della scintilla in un circuito molto lungo, e quelle di Weber sulla scarica di una batteria per mezzo di un filo imbevuto d'acqua. D'altra parte sappiamo da una bella esperienza di Lissajous che osservando la scintilla d'induzione in uno specchio mosso da una mano si vede l'atmosfera luminosa distendersi in una lunga zona di luce di cui la scintilla interna occupa la parte superiore, ciò che prova che l'atmosfera luminosa persiste per una certa frazione di secondo. Sappiamo anche che la scintilla d'induzione cangia d'aspetto introducendo una grande resistenza nel circuito: in questo caso muta colore, diviene meno splendente, aumenta di volume e diviene atta a infiammare dei corpi, come la polvere, che prima non accendeva e che la scintilla della bottiglia accende facilmente.

Nella teoria immaginata dall'Autore sulla natura della scintilla d'induzione deve essere possibile di aumentare l'atmosfera luminosa a scapito della scintilla interna e viceversa. Infatti si sa per l'esperienza di Masson e di Grove, che quando le estremità del filo indotto sono riunite alle due armature di una bottiglia o quadro magico, allora tutta l'elettricità raccolta sopra queste armature si scarica sotto la forma semplice di una grande scintilla. Al contrario obbligando la corrente indotta a passare prima di scaricarsi per dei cordoni di canapa imbevuti d'acqua, si vede la scintilla sparire e trasformarsi tutta in quell'atmosfera luminosa che si sposta sotto una corrente d'aria. L'Autore ha confermata questa sua teoria della scintilla d'induzione mostrando che anche l'elettricità ottenuta dalla macchina d'Armstrong condensata in una batteria di Leida e scaricata in parte attraverso un cordone di canapa bagnata, dava il doppio fenomeno della scintilla e dell'atmosfera luminosa colle proprietà tutte riconosciute da Du Moncel e da Perrot nella scintilla d'induzione.

L' Autore conclude che, « nella scintilla d' induzione, la scintilla interna dev' essere attribuita alla neutralizzazione delle cariche dell' elettricità contrarie raccolte sulle estremità della spirale, mentre l' atmosfera luminosa è dovuta alla neutralizzazione dei fluidi raccolti nelle parti del filo più vicine al centro della spirale ».



#### DELLA CONDUCIBILITÀ DE' GAS PER IL CALORE; DI G. MAGNUS.

(*Bericht der Berlins Akademie*, 1860).

Ci affrettiamo a pubblicare in succinto dei risultati importanti a cui è giunto il Prof. Magnus studiando la conducibilità dei gas per il calore. Questa ricerca ebbe origine nel ripetere l' interessante osservazione di Grove, di un filo di platino traversato dalla corrente e che si riscalda fortemente sino a divenire incandescente se è circondato dall' aria o da un altro gas, mentre questo non avviene e il riscaldamento è molto minore se quel filo è in mezzo all' idrogeno. Ripetendo quest' esperienza l' Autore ha trovato che anche uno strato di gas idrogeno di mezzo millimetro, è sufficiente per produrre quell' effetto, il quale si verificava sia che il tubo fosse verticale, sia che fosse orizzontale, cioè indipendentemente dal giuoco delle correnti del gas. Il modo più semplice per accertarsi se un gas conduce calore, consiste nel riscaldarlo superiormente e nell' osservare un termometro posto nell' interno. Si può obiettare che anche in questo modo si possono formare delle correnti nel gas e che le differenze mostrate dal termometro non sono differenze di conducibilità. Per valutare questa obiezione si doveva provare se in uno spazio vuoto d' aria e al solito, superiormente scaldato, la temperatura a cui saliva il termometro era più bassa che nello spazio pieno d' aria. Da una lunga se-

rie d'esperienze fatte con tutte le precauzioni, l'Autore è giunto ai risultati seguenti:

1°. La temperatura finale a cui sale un termometro posto in un dato spazio riscaldato a una temperatura costante al di sopra, varia secondo la natura dei gas di cui è pieno questo spazio.

2°. Nell' idrogene il termometro s'innalza più che in tutti gli altri gas.

3°. In questo gas la temperatura a cui sale il termometro è *più alta che nel vuoto*, e quanto più esso è denso tanto più è alta quella temperatura.

4°. Quindi l' idrogene conduce il calore come i metalli.

5°. In tutti gli altri gas il termometro s'innalza meno che nel vuoto e tanto meno quanto più è grande la densità.

6°. Non si può dunque concludere che i gas non conducono calore, ma che essi lo conducono in un grado così piccolo da essere neutralizzato dalla loro diatermansia.

7°. Questa proprietà rimarchevole dell' idrogene si manifesta non solamente quando il gas è contenuto in uno spazio in cui può muoversi liberamente, ma egualmente in uno spazio pieno di piume o di ogni altra sostanza che impedisca questo movimento.

8. Questa grande conductibilità dell' idrogene viene in appoggio della sua analogia coi metalli.

9°. L' idrogene non conduce solamente il calore, ma anche l'elettricità meglio di tutti gli altri gas.



**RAPPORTO SULLE CAVE DI MARMI VARICOLORI APERTE NEI BENI DI PROPRIETÀ DELLA SIG. TEODORA GELICHI NEI CAPORALI NEL LUOGO DETTO IL CAPANNINO PRESSO IL GABBRIO IN COMUNITÀ DI COLLE SALVETTI; DEL PROF. CAV. G. MENECHINI.**

Le numerose e svariate qualità di pietre ornamentali, che formano l'oggetto di questo Rapporto, si possono riferire a due

tipi principali, che alle due opposte estremità della serie appaiono e sono in realtà molto differenti, ma che la mercè dei termini intermedi gradatamente si collegano. E quella graduata connessione si verifica, non solamente negli esteriori caratteri, ma benanche nella mineralogica composizione e struttura, del pari che nel geologico giacimento.

Predomina il color verde con macchie bianche in uno di quei tipi, che fu per ciò giustamente paragonato al *Verde antico*. È caratteristico invece dell'altro un fondo rosso fegatoso, con piccole macchie verdi e con vene bianche, come in certi *Diaspri*.

Nelle varietà intermedie i due tipi si associano, con isvariata mescolanza o con graduato passaggio, e ne risultano combinazioni molto belle e pregevoli, per armonia di tinte o per vaghezza e dirò quasi capriccio di colori e di disposizioni. La bellissima ed uniforme pulitura, che tutte esse varietà acquistano, con facile lavorazione, ne costituisce poi il pregio principale, qualora le si consideri come pietre ornamentali; mentre quella trattabilità al lavoro è congiunta a notevole saldezza e ad esperimentata resistenza, sia al meccanico sfregamento, sia all'azione corrosiva degli agenti esteriori e particolarmente dell'acqua marina; per cui una delle varietà del secondo tipo fu dichiarata opportuna alla costruzione della *Panchina* del nuovo molo nel porto di Livorno (*Vapore Pisano* 28 Giugno 1860 N. 15).

Le cave finora aperte, con pochi e superficiali lavori, presentano abbondantemente i suindicati materiali. In una di esse, quella detta dell'Orto, si ha il tipo predominantemente verde; in quella aperta alla opposta estremità del poggio del Termine si vedono grandi e massicci blocchi della qualità rossa; le mescolanze e gradazioni intermedie si trovano a preferenza nella terza cava, che, anche per la sua posizione, sta intermedia alle due precedenti.

Se si aggiunga che la condizione topografica non potrebbe essere più opportuna, così per la breve distanza e le facili comunicazioni al mare ed ai centri commerciali di Livorno e di Pisa, come per la facilità ed il poco dispendio di lavori consentiti dal trovarsi esse cave aperte su di una pendice che scende al sottostante botro; e che finalmente a pochi passi dalle cave stesse scorre perennemente, nel dominio stesso, l'acqua che ali-

menta un mulino, e potrebbe, senza nulla togliere a quello, dar moto pure ad altri macchinismi, risulterà chiaramente da questi brevi cenni che la proposta escavazione si presenta sotto al più favorevole aspetto.

Rimane per altro a risolvere la più importante questione, se cioè si possa dai dati geologici scientificamente arguire che quelle masse minerali abbiano sotterranea continuazione, nella quale siano per serbare le qualità che le rendono pregevoli. Ed a dare conveniente risposta, è necessario premettere una qualche osservazione sulla natura e sulla origine di quelle masse.

Esse appartengono alla serie di quelle molteplici e svariate rocce che il Savi, nei dotti suoi scritti, comprese sotto al nome di *Amalgami ofiolitici*, mostrandone la origine idroplatonica e determinandone l'epoca di eruzione, posteriore a quella di tutte le altre eruzioni serpentinosi, ed avvenuta dopochè erano già depositati alcuni dei terreni del periodo miocenico. Ad una di esse forme litologiche, quella appunto che costituisce il marmo rosso con macchiette verdi e con venature bianche, il fu professor Pilla dette il nome di *Spilite diallagica*, e questo nome è ora generalmente conosciuto ed impiegato in Toscana, quantunque forse non il più appropriato. La si potrebbe dire una *Oficalce*, in quanto che è prevalentemente costituita di carbonato calcareo unito ad elementi serpentinosi. La pasta di colore rosso-fegatoso, di struttura minutamente cristallina, che ne costituisce il fondo, contiene oltre il 61 e mezzo per cento di carbonato di calce e magnesia, ( 2,9357 per cento di magnesia ), conservando la residua parte insolubile ed infusibile, di natura diasproide, il colore rosso di fegato. La materia delle macchie verdi, benchè abbia gli esteriori caratteri della ofiolite o serpentina diallagica, e bene spesso vi siano appunto ancora distinte le laminette cristalline, a lucentezza metallica, del Diallagio, perde con viva effervescenza negli acidi quasi un 47 per cento del suo peso. E sono finalmente di puro spato calcareo le numerose vene bianche che in ogni senso la attraversano.

La somiglianza che presenta la roccia della cava all'Orto col Verde antico ( il quale è pure una specie di oficalce ), non è, come fu superiormente avvertito, se non apparente. Essa roccia fu già qualificata dal Savi ( vedi *Vapore Pisano* numero suc-



citato) come una varietà di Eufotide, ed è in realtà la *Eufotide calcarifera* avvertita dal Brongniart alla Rocchetta, e dal De Buch al Covigliajo. Il feldispato Saussurite vi conserva la originaria bianchezza lattiginosa o talvolta volgente al verde porro, ed i suoi evidenti clivaggi, forse anche più manifesti del consueto; ma al contatto di un acido mostra viva effervescenza, e perde, per l'azione di esso, poco meno che il 21 per cento del suo peso. Le laminette cristalline del diallagio verde vi sono quà e là tuttora riconoscibili, ma compenstrate anch'esse di carbonato calcareo; e la massa prevalente è un deciso calcare cristallino compenetrato di sostanza serpentinoso, in proporzione e disposizione svariatisime. Frammenti più o meno voluminosi ed angolosi di decisa eufotide (benchè sempre a feldispato e diallagio più o meno compenestrati di calcare) stanno inclusi nella roccia stessa e la rendono eminentemente porfiroide. Altrove la roccia conserva la struttura granitoide propria alle forme più caratteristiche della eufotide, denominata perciò Granitone in Toscana; il feldispato vi ha colorazione leggermente verdognola, conserva i caratteristici clivaggi ed è poco effervescente cogli acidi; ed il posto del diallagio vi è occupato da sostanza diasproide rosso-cupa, leggermente effervescente. E frammenti più o meno voluminosi di tale eufotide stanno inclusi in un amalgama costituito da quella medesima sostanza di color rosso fegatoso prevalentemente calcareo, ma pure includente abbondante elemento diasproide, che abbiamo superiormente descritta, e nel quale, insieme ai maggiori, stanno inclusi frammenti molto minori ed anche piccolissimi di feldispato e di diallagio. Nelle varietà intermedie, e precisamente in quelle che si trovano nella cava, che anche topograficamente si trova collocata fra la prima e la terza, la massa principale è costituita da una roccia che ha gli stessi elementi della prima, ma molto più intimamente mescolati, a grana più cristallina ed a tinte più vive, sicchè per l'aspetto potrebbe paragonarsi alle più belle varietà di Eclogite od Onfacite; ed in essa stanno inclusi frammenti più o meno grandi o talora minuti di eufotide e di diorite (o meglio diabase), essi stessi più o meno alterati dalla compenestrazione dell'elemento calcareo. E le due forme di amalgama impastante, il rosso cioè ed il verde, sono pure talvolta

fra loro connesse ed anche fuse insieme con graduato passaggio. Riguardo alle vene spatiche, le quali maggiormente abbondano nella prima e nell'ultima delle descritte varietà, è da notare che frequentemente hanno struttura fibrosa colle fibre normali alle pareti che le includono; e che bene spesso attraversano ed il fondo della roccia ed i frammenti inclusi, con evidente posteriorità di origine. La pirite gialla di ferro in cristalletti cubici, e talvolta anche la calcopirite in sottili venuzze, accompagnano frequentemente le vene spatiche, in vicinanza alle quali vedonsi pure disseminati più o meno abbondanti punti e nidetti metallici, che aggiungono vaghezza alla variopinta superficie della roccia.

Tutte le indicate differenze mineralogiche e litologiche svaniscono dunque nel concetto geologico. Trattasi di amalgama ofiolitica, a cemento prevalentemente calcareo, includente frammenti delle preesistenti rocce ofiolitiche: ofiolite, eufotide e diorite; il quale, formato esso stesso, almeno in parte, dagli elementi delle rocce incluse, ne conseguì caratteri diversi a seconda della prevalenza di questa o di quella, specialmente delle due prime. Il serpentino della ofiolite somministrò prevalentemente la sillice ed il ferro al cemento rosso diasproide, il diallagio invece della eufotide fu prevalentemente decomposto ed amalgamato al carbonato calcareo nel cemento verdastro, che include i frammenti di eufotide o solamente di feldispato, esso pure compenetrato di carbonato calcareo.

Questo amalgama ofiolitico spunta ovunque nel poggio del Termine, frammezzo al terreno eocenico superiore, costituito da calcare alberese, arenaria macigno e schisti galestrini. Dal poco che si può rilevare nelle cave, che, come fu avvertito, non sono finora se non incompletamente aperte, non si può decidere con certezza in quale correlazione stiano fra loro le due formazioni, la eruttiva cioè dell'amalgama e la sedimentare nettuniana dell'Alberese. Si vedono a contatto, senza altra alterazione nella seconda che la meccanica, appalesata dallo sconvolgimento, dalle flessioni e dalle contorsioni degli strati, che irregolarmente fiancheggiano, si interpongono e perfino alternano colle masse irregolari dell'amalgama. Ma le due formazioni sono così frequentemente associate nella catena dai monti Livornesi, nel

rimanente della Toscana ed altrove, che non mancano certamente esempi istruttivi a palesarne la storia. L' amalgama è molto posteriore al periodo eocenico, nel quale ebbe luogo la formazione dell' alberese; e la sua penetrazione in esso ebbe luogo, alla guisa delle formazioni eruttive, dal basso all'alto. Quelle masse quindi che vediamo alla superficie sono certamente dipendenze di masse molto maggiori e sotterranee. Sono per altro ad avvertire due fatti geologici della massima importanza, che certamente concorsero a complicare le condizioni di giacitura di quell' amalgama. La denudazione contribuì estesamente od operò prevalentemente la apparente emersione di quelle masse, che la natura mineralogica e la forma litologica dimostrano originate là dove dominavano condizioni di pressione e di temperatura, quali possono solamente verificarsi a grandi profondità. Estesi e ripetuti movimenti si sono operati nelle masse ofiolitiche, anche in epoche di molto posteriori alla formazione degli amalgami, e questi movimenti hanno interessato complessivamente e le formazioni eruttive e le sedimentari che le includevano, ma con diskocamenti molto diversi a seconda delle svariate condizioni di resistenza. Ed in causa di questi movimenti, bene spesso è avvenuto che le masse eruttive ne rimanessero scompaginate e discontinue, con una irregolarità che ci appare accidentale, solamente perchè siamo lontani dal possedere tutti i dati per calcolare nei singoli casi parziali la complicazione degli effetti, che possiamo solamente in modo complessivo riferire alle suenumerate cagioni.

Siamo appunto, riguardo al caso nostro, nella accennata impossibilità di giudicare della estensione e della continuità che le masse superficiali dell' amalgama ofiolitico possono avere in profondità. Possiamo soltanto arguire dalla molteplicità degli affioramenti su di una grande estensione, dall' allineamento delle grandi masse che le intraprese escavazioni hanno scoperto e dal grande sviluppo che tutte le eruzioni ofiolitiche hanno avuto nella catena di Monte Nero, che realmente anche la diga di quell' amalgama sia potente ed estesa. Ma delle interruzioni che essa può aver sofferto sotterraneamente, e delle quali alcuna delle cave già ci offre l'esempio, non abbiamo dato alcuno sufficiente a giudicarne, da quel giudizio in fuori che teoricamente e

praticamente è suggerito dalla natura stessa del giacimento, che cioè quelle interruzioni più o meno frequenti ed estese certamente esistano. Oltrechè poi così interrotta e frammentaria, la massa eruttiva può nella profondità presentarci altre variazioni inerenti alla natura dei suoi componenti ed alla loro distribuzione, e queste variazioni, qualora fossero indefinite, potrebbero implicare diminuzione o perdita di quelle qualità che la rendono pregevole come materiale ornamentale.

Avvertasi per altro che le accennate obiezioni alla utilità della proposta escavazione si riferiscono ad ostacoli tutt'altro che insuperabili, e ad inconvenienti possibili bensì, ma che non possono in alcun modo dirsi probabili. Le interruzioni che si troveranno, penetrando nelle viscere del giacimento, obbligheranno forse ad escavazioni più o meno estese e profonde, ma che in ogni caso saranno favorite dalla opportunità che fu già avvertito rinvenirsi nella condizione topografica. La qualità dell'amalgama potrà certamente essere diversa in profondità da quella che presentano i massi superficiali, ma siccome colla profondità cresce pure la intensità delle cause modificatrici, così è di tutta verosimiglianza, che, qualunque ne sia la forma e l'associazione di parti eterogenee, la struttura ne rimanga pur sempre e forse anche più decisamente cristallina, trattandosi quindi sempre di materiale suscettibile di pulimento e perciò ornamentale.

Queste ultime considerazioni si riferiscono, benchè incidentemente, ad un lato della questione che non istà a me di trattare, quello cioè della convenienza industriale della proposta escavazione. E sotto a questo aspetto sarebbe a rilevare ed a valutare quale ricerca vi sia realmente nel commercio di marmi varicolori; quale influenza potrebbe avere sui prezzi la impossibilità di garantire la esatta identità dei prodotti con determinati campioni; e quale la limitazione delle dimensioni che siamo ancora nella impossibilità di giudicare, non oltrepassando alcuna delle tre dimensioni dei blocchi finora escavati i 2 metri, ma potendosene molto verosimilmente ottenere, a profondità, anche di molto maggiori. Bisognerebbe poi indagare per quali cagioni siano fallite altre consimili intraprese, come quella di Cintoja presso l'Impruneta, dove si avevano erette e messe

in azione segherie meccaniche e formato un deposito di lastre di una oficalce identica alla nostra. Nè sarebbe finalmente a trascurarsi la considerazione della frequenza e della abbondanza dei giacimenti di amalgame e di oficalci delle stesse o di altre pregevoli qualità, così nella catena dei Monti Livornesi, come in altre parti di Toscana e del Genovesato; per cui, nel caso di abbondante smercio, s'incontrerebbe probabilmente una non indifferente concorrenza. Ma, come avvertivo, tutte queste considerazioni spettano di loro natura ad un altro ordine di studii; e limitandomi a quell'unico genere di giudizio che io sono chiamato a pronunciare, quello cioè che può desumersi dallo studio geologico, io concludo:

1°. Che i così detti Marmi varicolori delle cave del Cappannino, spettano alla categoria degli Amalgami ofolitici, e più particolarmente alla *Eufotide calcarifera* ed alle oficalci denominate dal fu prof. Pilla *Spiliti diallagiche*.

2°. Che quelli della prima specie imitano il *Verde antico* ed il *Polcevera*. I secondi invece possono simulare per l'effetto ornamentale alcune varietà di *Diaspro*.

3°. Che sì gli uni che gli altri sono di facile lavorazione ed acquistano facilmente bella ed uniforme pulitura; circostanza tanto più notevole in quanto che associano a quella trattabilità, grande tenacità ed esperimentata resistenza alla corrosione degli agenti esteriori, riuscendo quindi profittevoli, oltrechè come materiali ornamentali, anche come materiali preferibili ad altri in date speciali costruzioni.

4°. Che la condizione topografica delle cave ne rende facile e poco dispendiosa la escavazione, come pure il trasporto sia al mare, sia ai vicini centri commerciali; oltrechè dalle condizioni topografiche si ha pure facilità a stabilire sul posto i necessari mezzi meccanici di lavorazione.

5°. Che la sotterranea continuazione del giacimento, benchè certamente irregolare ed interrotta, sarà verosimilmente così estesa che, colle favorevoli condizioni nelle quali sono aperte le cave ed altre se ne possono aprire, non riuscirà nè difficile, nè di grave dispendio il provvedere per un indefinito avvenire una sicura produzione.

6.° Che, quantunque non si possa minimamente presagire se il materiale che si andrà escavando, o nelle posizioni intermedie alle attuali cave od a maggiori profondità, corrisponderà, per le qualità che lo rendono pregevole come ornamentale, a quello dei blocchi superficiali, pure si ha argomento di credere che di tali qualità non sarà mai privo; e le diversità che sarà per offerire, come possono essere meno, così possono anche essere maggiormente pregevoli.

7.° Che la facilità di escavazione, di lavorazione e di trasporto, i pregi artistici del materiale e la prospettiva verosimile di un avvenire per così dire inesauribile nella produzione, costituiscono una tal somma di condizioni favorevoli da consentire alla speculazione una lotta forse vittoriosa di fronte alle sfavorevoli, quali sono: la poca ricerca di marmi varicolori, la indefinita varietà dei prodotti, la limitazione delle dimensioni, l'esempio di altre escavazioni consimili fallite e la possibile concorrenza.

Pisa, 22 Novembre 1860.



INTORNO ALLA PIOGGIA ROSSA CADUTA IN SIENA LA SERA DEL  
28 DICEMBRE 1860 E IN ALTRI GIORNI SUCCESSIVI; LETTERA  
DEL PROF. GIOVANNI CAMPANI AL PROF. MATTEUCCI.

Oggi che il cielo si è rasserenato Le scrivo per annunziarle un fenomeno estremamente singolare avvenuto nei giorni precedenti in questa città di Siena, e che consiste in una pioggia colorata in rosso. Il 28 Dicembre prossimo passato fu il primo giorno nel quale si verificò una tal pioggia, che ebbe luogo dapprima dalle ore 7 alle 9 antimeridiane, poi si rinnovò verso le 11, e una terza volta intorno alle 2 pomeridiane; alcuni asseriscono che circa a due ore di notte cadesse altra acqua colorata; questo singolare fenomeno, in tutte le volte che si ripro-

duisse, fu avvertito soltanto in un rione della città e sempre in quello che guarda levante e tramontana; la prima pioggia di acqua colorata fu talmente abbondante che si vedeva correre lungo le vie inclinate di quel rione e fu capace riempire dei piccoli recipienti che casualmente trovavansi a cielo aperto; del pari si fu in questa prima pioggia che cadde l'acqua più carica di colore; la zona entro cui fu osservato questo fenomeno si avvicinò molto all'Osservatorio Meteorologico di questa R. Università; infatti a 200 metri circa di distanza da questo fu raccolta acqua rossa, mentre nel pluviometro del medesimo si trovò acqua incolore. Lo stato del cielo in tutto quel giorno non solo fu nuvoloso, ma spesso carico di densa nebbia, ed ora cadeva fina spruzzaglia, ora pioggia decisa. Alcuni asseriscono di aver veduto una nuvoletta rossa sopra la regione in cui pioveva acqua di questo colore; la temperatura nelle ore in cui cadeva l'acqua colorata oscillò da  $+ 8^{\circ},2$  a  $9^{\circ},9$ ; il vento nelle prime ore della pioggia colorata era di SO che poi passò a OSO; nella campagna adiacente a questa città non è stato ancora possibile trovare chi abbia avvertito un tal fenomeno, onde a badare soltanto alle testimonianze fin qui raccolte questo fenomeno avrebbe avuto un'area assai limitata. Come Ella può immaginarsi, tostochè mi fu recata l'acqua rossa e narrato il fenomeno della di lei caduta subito mi occupai di verificare i fatti che mi venivano esposti, e al tempo stesso divisai di prendere in accurato esame l'acqua medesima; onde associatomi al collega Prof. Gabbrielli ci dividemmo il lavoro, prendendo questi l'esame microscopico ed io l'esame chimico.

Si erano già incominciati i relativi studj, quando, con mia grande sorpresa, il dì 31 Dicembre a ore 2 pomeridiane, da persona degna di tutta fiducia, il medico sig. Dott. Mostardini, mi si reca notizia che nel solito rione della città si era verificata nuova pioggia rossa, in conferma di che mi si portava un saggio dell'acqua allora caduta e dal medesimo sig. Mostardini raccolta; in appresso mi fu facile avere conferma di un tal fatto per molteplici testimonianze; dunque una seconda pioggia di acqua rossa, solo un poco meno colorata di quella caduta nelle prime ore del 28, avveniva nel medesimo rione della città, seppure in un'area un poco più limitata del giorno suddetto; an-

co questa seconda volta il pluviometro della Università ricevè acqua incolore, come nella campagna circostante, nessuno, che io mi sappia, avvertì un tal fenomeno. La temperatura nel 31 Dicembre oscillò da  $+ 1^{\circ},3$  a  $1^{\circ},8$ ; il vento nell'ora della pioggia rossa era di ONO, sebbene in tutta la mattinata fosse stato di OSO.

Finalmente il giorno successivo, il primo di Gennaio, fra le 10 e 11 ore da mattina nel solito rione della città, cadde nuovamente acqua rossa, mentre in diversi altri punti, ove erano stati messi appositamente vasi vuoti, ed all'Osservatorio Meteorologico, cadeva acqua incolore; molti dicono di aver notato che la nebbia, che in quella mattina ingombrava l'atmosfera, in alcuni punti appariva rossastra. L'acqua colorata del primo di Gennaio si mostrò meno carica di colore di quella dei giorni antecedenti; in questo giorno la temperatura oscillò da  $4^{\circ},2$  a  $6^{\circ},5$ , il vento in tutta la mattinata fu di ONO. In tutte queste diverse piogge mi è stato possibile mettere insieme circa 4 litri d'acqua colorata.

Non so dirle in che imbarazzo mi troverei se ora dovessi dare ragione della ripetizione di questo fenomeno in una sì limitata località; ripetizione che si è verificata coll'intervallo di due giorni asciutti e sereni (29 e 30 Dicembre). Invece preferisco additarle per ora alcuni dei caratteri di questa acqua colorata.

L'acqua delle diverse piogge colorate varia soltanto nella intensità della tinta; la più ricca di colore potrebbe assomigliarsi a del vino rosso nostrale allungato con sette o otto volte il suo volume di acqua; da questo grado di colorazione si giunge fino a quello di una debolissima tinta rossastra; ma dei caratteri fisici dell'acqua in discorso quello che per me è più degno di nota si è la di lei perfetta trasparenza, per modo che bisogna qualificarla per vera soluzione d'una materia colorata nel liquido acqueo; come pure è da notarsi che in sette giorni dacchè quest'acqua è caduta non ha dato fin qui sedimento di sorta. Desiderando che Ella possa costatare quanto le dico le mando colla presente un tubicino di vetro ripieno dell'acqua più colorata, di quella cioè caduta nelle prime ore del 28.

Avuto riguardo a questi caratteri io debbo qualificare que-

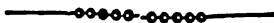


sta pioggia come oltremodo singolare, poichè negli annali della scienza, per le ricerche che fin qui ho potuto fare anco col l'ajuto di alcuni miei amici, non trovo che due soli casi di pioggia che al nostro si avvicinino, i quali (cosa singolare) sarebbero avvenuti in una stessa località cioè a Ribermont in Piccardia nei primi di Ottobre del 1763 e nel 14 Novembre 1765, dei quali viene data descrizione da Renard nel *Journal des Savans, Janvier et Fevrier 1767*. Gli altri casi di pioggia colorata registrati nelle Opere di Arago e di altri autori di meteorologia sono costituiti da acqua tenente in sospensione materia polverulenta, tranne il caso avvenuto a Blankenberge nel 1819 che, secondo Meyer e Stopp, conteneva in soluzione cloruro di cobalto. Le mie indagini chimiche sull'acqua in questione non sono ancora arrivate al punto che io possa proferire un giudizio sulla natura delle materie nella medesima contenute, bensì fin d'ora posso dichiarare che per certo in essa non si trova cloruro di cobalto.

So che il mio collega Prof. Toscani è per darle ragguaglio di un bolide luminosissimo che comparve sulla nostra atmosfera la sera del 16 Dicembre, che è quanto dire dodici giorni avanti l'avvenimento della pioggia rossa; io non cito questo fatto perchè ammetta una relazione fra questi due fenomeni, ma solo per far notare che qui pure, a somiglianza di altri due casi da me trovati negli annali della scienza, si ebbe, direi, coincidenza di questi due fenomeni meteorici.

Tostochè il duplice studio, chimico e microscopico, avrà toccato il suo termine, non mancherò di comunicargliene i risultati.

Siena, 3 Gennajo 1861.



## DELL' OSMOSI POLMONARE; DEL DOTT. MANDL (1).

*(Archives generales de Medecine, Août 1880).*

1°. La vita degli animali respiranti nell'acqua è incompatibile colla presenza di una quantità più o meno considerevole di una sostanza di sapore zuccherino. Le sostanze sperimentate sono veri zuccheri, come sarebbero lo zucchero di canna o di barbabietola, il glucosio, lo zucchero di latte, oppure dei principj dolci non fermentabili come la glicerina, la mannite. La celebrità colla quale agiscono queste soluzioni dipende dal titolo della soluzione, dalla qualità dello zucchero, e dalla specie animale.

2°. L'esperienze sono state fatte sopra un gran numero di specie della serie degli animali acquatici. Così gl' infusorj muoiono istantaneamente nelle soluzioni al quinto di zucchero, di glucosio, di glicerina, o di mannite; essi vivono quattro o cinque minuti in una soluzione concentrata di zucchero di latte, essi periscono al termine di sei a otto minuti in una soluzione di mannite al venticinquesimo, mentre che essi vivono tre volte più in una soluzione di zucchero di canna al medesimo titolo. I molluschi polmonacei, gli anelidi, i crostacei, i batraci, gl' insetti acquatici, e finalmente i pesci, hanno dato dei risultati analoghi. Così dei pesci, lunghi da 12 a 15 centimetri, muoiono in una soluzione di glicerina al decimo al termine di quaranta minuti, ed al termine di quattro a cinque ore solamente in una soluzione di zucchero al medesimo titolo.

3°. Delle numerose esperienze mi hanno dimostrato che la morte non può essere attribuita nè ad un avvelenamento, nè ad un' azione particolare chimica sul sangue, nè alla fermentazione, nè alla mancanza dell' aria, nè alla viscosità, ma che essa è dovuta unicamente all'osmosi (endosmosi ed esosmosi) esercitata dalle soluzioni zuccherine.

4°. Questa azione si esercita attraverso le membrane per-

(1) Diamo qui un riassun'o di questo importante lavoro.

meabili, e particolarmente attraverso quelle degli organi della respirazione. I principj dolci non fermentabili posseggono un potere osmotico superiore a quello de' veri zuccheri; ciò che spiega la celerità della loro azione. Gl'infusorj si comportano come delle vescichette; l'osmosi si esercita attraverso tutta la pelle finissima; si vedono dapprima abbassarsi (esosmosi), poi gonfiarsi (endosmosi), e talvolta ancora scoppiare. Negli animali più sviluppati, ove la spessezza dei tegumenti limita l'osmosi principalmente alle branchie, si vede il sangue condensarsi nelle branchie, e la circolazione arrestarsi per l'esosmosi delle parti liquide. Si ottiene il medesimo effetto immergendo un endosmometro a diaframma di pericardio, e carico di poco sangue sifibrinato, in una soluzione zuccherina. Si può pure arrestare istantaneamente la circolazione nel polmone della ranocchia, in uno spazio circoscritto, con una goccia di glicerina o in capo ad alcuni minuti con del siroppo di zucchero. L'esperienze fatte sul feto di sermone, e sulla circolazione delle piante, hanno dato dei risultati analoghi.

5°. Furono fatte delle esperienze endosmometriche con delle membrane animali (pericardio), vegetabili (collodione), o minerali (porcellana greggia), per far conoscere la natura degli elementi del sangue che passano nello zucchero. È stato provato così: che vi passa dapprima dell'acqua carica dei sali del siero, in seguito l'albumina, ed in ultimo la materia colorante. Tutti questi elementi passano nell'endosmometro, in poco tempo, dal sangue nella sostanza osmogena zuccherata, allorchè vi è poco di questa sul diaframma. Ma il successivo passaggio degli elementi albuminoidi è ritardato tanto più quanto la quantità della sostanza osmogena è più considerevole, di modo che per lungo tempo non si vede che il passaggio dell'acqua carica di sali. Il passaggio successivo si spiega dalla permeabilità del diaframma, differente per i diversi elementi del sangue, e l'influenza esercitata dalla quantità della sostanza osmogena, dall'attrazione adesiva delle molecole osmogene, tanto più debole quanto vi è meno acqua.

6°. Lo sviluppo viene ugualmente arrestato dalle soluzioni zuccherine, come lo provano l'esperienze fatte con del tessuto muscolare macerato, in soluzioni zuccherine, e quelle istituite opra l'uova fecondate dei pesci.

7°. Parecchi fenomeni fisiologici e patologici trovano la loro spiegazione nell' osmosi praticata con soluzioni zuccherate; da ciò la sete eccitata dall'ingestione di zuccheri che assorbono l'acqua dei tessuti coi quali si trovano a contatto; la virtù conservatrice antiseptica degli zuccheri, dall'arresto dello sviluppo di esseri organizzati; il potere digerente di piccole quantità di zucchero, che provocano l'esosmosi del sugo gastrico, nel tempo che grandi quantità introdotte nel sangue accrescono il potere osmotico di questo liquido, ciò che fa comprendere l'uso di queste sostanze nella cura delle idropisie. L'abbondanza del glucosio in tutti i tessuti spiega, nei diabetici la sete costante, l'impossibilità di una raccolta sierosa qualunque e forse anche per arresto della circolazione, la gangrena osservata talvolta in questa malattia. Finalmente l'uso della glicerina come topico è fondato sul gran potere osmotico di questa sostanza.

8°. Io farò conoscere fra poco tempo il risultato delle iniezioni zuccherine nelle vessichette polmonari sulla produzione dei tubercoli locali accidentali, prodotti già in alcune mie esperienze, e di cui la diagnosi e la cura differiscono essenzialmente dal tubercolo diatesico.



**DELLA NUTRIZIONE NELL' UOMO E NEGLI ANIMALI; DEL DOTTOR  
T. L. G. BISCHOFF PROFESSORE DI ANATOMIA E DI FISIOLOGIA  
ALL' UNIVERSITA' DI MONACO.**

( *Archives générales de Médecine*, Août 1900 ).

In tutti i tempi e in tutti i luoghi, l'istinto della conservazione ha condotto l'uomo a cercare e a trovare le materie le più proprie a soddisfare ai bisogni della sua alimentazione; se gli fosse stato possibile di determinare per tutto con precisione questi bisogni, di esprimerli per così dire, in valori numerici,

noi siamo persuasi che da gran tempo si saprebbe valutare in cifre esatte il potere nutritivo di ogni sostanza alimentare. Se dunque la scienza si occupa dei fenomeni della nutrizione e della parte che vi prendono le differenti specie di alimenti, ciò non potrebbe essere che nella speranza di arrivare a delle scoperte, oppure a dei risultati importanti.

Essa dovrà rassegnarsi dopo lunghe e penose ricerche, a constatare solamente dei fatti conosciuti da molto tempo e da tutti.

È costante, e la storia lo prova, che raramente le scienze anche le fisiche hanno scoperto o inventato, nel senso assoluto della parola; quasi sempre la pratica le aveva precedute. Nonostante la scienza non le accorda meno alto valore; il suo fine rimane sempre tanto elevato, e la sua utilità ugualmente incontestabile. Nello stabilire, per le sue investigazioni, la ragione e le condizioni della pratica, essa non solo soddisfa a un imperioso bisogno dello spirito umano, che frequentemente, bisogna riconoscerlo, il fatto non interessa tanto quanto la sua causa; ma è ancora dessa che ci rende veramente padroni della natura. Spiegandocene i fatti e riconducendoli a delle leggi fisiche conosciute, essa ci mostra il cammino più breve e i mezzi più certi per giungere alla conclusione che la pratica non raggiunge che dopo lunghi tentativi.

È appoggiandosi su queste considerazioni, che la scienza si occupa di fenomeni i più volgari della vita, che essa analizza i motori che conducono l'uomo e gli animali nella scelta del loro nutrimento, e che cerca di discoprire le leggi che presiedono alle funzioni nutritive, e per conseguenza, i mezzi i più semplici per effettuare la nutrizione.

Ora questo è un problema dei più complicati e dei più difficili; esso esige, per essere risoluto, non solamente lo studio dettagliato della composizione e delle proprietà di tutte le sostanze alimentari, ma ancora la perfetta cognizione dei diversi apparecchi dell'organismo, e delle influenze che concorrono alla elaborazione delle materie alimentari, prima che desse sieno definitivamente utilizzate dall'organismo.

Grazie ai progressi dell'anatomia, della chimica e della fisiologia, si è pur giunti ai nostri giorni a delucidare qualche

poco la questione; pure il campo restato aperto alle nostre ricerche è sì vasto, che non ci sapremmo lasciare ingannare dalla speranza di una soluzione pressima e completa. Noi crederemo di aver fatto fare un progresso alla scienza, se perverremo a rischiarare alcuni punti relativi alla nutrizione, e alla parte che vi prendono le diverse materie alimentari.

Dopo avere riassunto, in un'esposizione succinta, i fenomeni della nutrizione in generale, noi indicheremo sommariamente qual parte vi prendano le principali specie di alimenti, e finalmente faremo conoscere i risultati delle nostre ricerche più recenti, ricerche che ci hanno posto nel caso di stabilire con sicurezza le leggi, secondo le quali le diverse specie d'alimenti sono utilizzate nell'economia animale, e che fissano il loro valore relativo.

Avanti di poter servire alla nutrizione, tutte le sostanze alimentari, senza distinzione, devono, per l'azione dei succhi digerenti essere disciolte e metamorfosate in sangue; il sangue è il solo agente nutritore dell'organismo.

Questa trasformazione degli alimenti nel liquido nutritore rende necessarie nell'organismo numerose operazioni. In primo luogo sono necessari dei movimenti, che reclamano l'intervento delle potenze muscolari come la prensione, la masticazione, la deglutizione e il procedere degli alimenti nel tubo digerente; quindi la dissoluzione e la trasformazione di queste materie promuove l'afflusso d'una considerevole corrente di liquidi. Secondo le più recenti osservazioni, le quali d'altronde non offrono una grande esattezza, il minimum della massa totale della saliva, della bile, del succo gastrico e del succo pancreatico così successivamente prodotti, si eleva in un uomo del peso di 64 kilogrammi, nelle 24 ore, a 12 kilogrammi e mezzo, e il maximum a 30 kilogrammi. Tutta questa massa liquida, la di cui quantità varia naturalmente con quella degli alimenti ingeriti, si trova mantenuta in un continuo movimento partendo dal sangue e dalle glandule essa viene a gettarsi nel canale digerente e di là carica degli elementi elaborati nelle vie digerenti, rientra di nuovo nella massa del sangue.

Per effettuare la nutrizione e per conservare le sue proprietà riparatrici, ed epuratrici, condizione indispensabile alla

conservazione dell'individuo, il sangue deve passare sotto forma d'una corrente continua attraverso tutto il corpo, e particolarmente attraverso ai polmoni, e agli organi destinati all'eliminazione delle materie decomposte, e logore dal movimento della vita.

Questo movimento del sangue richiede l'azione continua del cuore e dell'apparecchio respiratorio, azione che aumenta necessariamente colla quantità del liquido, come questa si accresce colla quantità delle materie nutritive assorbite. Col penetrare in seguito nei tessuti degli organi per dei canali estremamente tenui, il di cui diametro è tutt'al più il decimo di quello d'un capello, il sangue opera l'alimentazione di queste parti.

Partendo da questo momento, ciò che noi sappiamo di certo si è che il sangue abbandona il sistema vascolare, subisce alcune modificazioni nei tessuti degli organi, e rientra così modificato nel torrente della circolazione; ma si può dimandare se durante questo passaggio tutti gli elementi del sangue cambiano di stato, cioè se passano dallo stato liquido allo stato solido, e dallo stato solido di nuovo allo stato liquido.

È probabilissimo che gli elementi solidi del nostro corpo cambino continuamente. Infatti non si saprebbe troppo ammettere che una volta stabiliti nell'organismo, vi restino intatti per tutto il rimanente della vita.

L'esperienza dimostra con fatti incontrastabili che talune parti spariscono dopo un dato tempo per far posto a nuovi prodotti dell'attività vitale. Nonostante tutto ciò non prova in veruna maniera che l'atto della nutrizione sia sempre accompagnato da una trasformazione di elementi liquidi del sangue in parte consistenti degli organi, e nel tempo stesso di una liquefazione di questi ultimi. Se al contrario, noi consideriamo che ancora le parti solide del nostro corpo contengono fino a 75 per 100 di acqua, siamo portati ad ammettere che è piuttosto per l'inzuppamento di queste parti degli elementi liquidi del sangue, e dal filtramento di quel liquido attraverso i tessuti, che si fanno i cambiamenti di cui si è fin ora parlato. D'altronde la prestezza colla quale si operano queste trasformazioni viene a convalidare la nostra opinione, e non si accorda col-

L'idea di un cambiamento di stato propriamente detto. In questa ipotesi, noi ammettiamo una corrente continua di liquidi attraverso la massa solida del nostro corpo. Sotto l'azione di quella corrente, gli elementi solidi dell'organismo sono in parte modificati, disciolti, e rimpiazzati da altri analoghi; nel medesimo tempo, i liquidi essi stessi subiscono delle profonde modificazioni. Ora questo movimento suppone l'esistenza di una forza motrice qualunque, che ci è data dall'attrazione reciproca fra i principj del sangue e quelli degli organi, indipendentemente dagli effetti di pressione che potrebbero concorrere allo stesso fine.

Così la nutrizione consiste formalmente nell'attrazione reciproca del sangue e degli organi, il sangue essendo modificato dal fatto di queste reazioni molteplici, sia che esso passi solamente attraverso dei tessuti, sia che i suoi elementi si trasformino in elementi solidi degli organi.

Se ora noi ci domandiamo quale è il termine finale dell'insieme di questi fenomeni, noi non sapremmo dubitare che l'azione reciproca del sangue e degli organi, vale a dire la nutrizione, non sia la sorgente di ogni attività vitale. Da quando quest'azione mutua è soppressa, ne risulta ciò che noi chiamiamo la morte; vale a dire che ogni attività vitale cessa; col suo ritorno, se tuttavia non si sono prodotte alterazioni troppo profonde nell'organismo, la vita rinasce. Non vi è dunque più dubbio che ogni azione, ogni forza, che noi vediamo manifestarsi nei nostri organi, deriva dalle trasformazioni che vi subisce il sangue durante la nutrizione.

Questi fenomeni sono numerosi e di natura diversa; nulladimeno, astrazione fatta delle funzioni dei nervi e dell'anima, si possono ricondurre a due specie: 1° a dei movimenti, 2° alla produzione di una certa quantità di calore.

1°. I movimenti e le forze impiegate a produrli non si presentano sempre all'esterno. Il più importante è veramente quello dei liquidi nel seno dell'organismo; la forza necessaria al mantenimento del corso continuo del sangue e degli altri liquidi, al mantenimento dei movimenti del cuore e dell'apparecchio respiratorio, è considerevole. Uno se ne convincerà facilmente considerando la massa e la celerità dei liquidi in movimento, e le



resistenza che essi devono superare. Dietro le migliori ricerche e i calcoli più precisi, la forza che il cuore dispensa in 24 ore è di 86,400 kilogr., ciò che equivale alla forza necessaria per elevare all'altezza di un metro 86,400 kilogr. in 24 ore, o sivero alla medesima altezza, 1 kilogr. in un secondo. A questo bisogna ancora aggiungere la forza dispensata dall'apparecchio respiratorio, che secondo il più alto calcolo è ad ogni inspirazione, di 400 kilogr., e secondo il minimo, di 83 kilogr. elevata ad una altezza uguale all'ampiezza della dilatazione del torace.

Non siamo però ancora giunti a calcolare la forza necessaria ai movimenti degli organi digerenti. Egli è evidente che in ogni caso essa è in rapporto diretto colla quantità del sangue, che essa stessa è necessariamente proporzionata alla quantità delle materie alimentari ematizzate in un dato tempo; perchè sono precisamente queste materie che costituiscono la massa da muovere; è d'altronde constatato dalla esperienza che il travaglio del cuore, come pure il numero e l'ampiezza delle inspirazioni, è in rapporto diretto colla quantità del sangue.

A questi movimenti che si operano all'interno dell'organismo, dobbiamo aggiungere quelli che si manifestano esternamente; in generale più o meno accidentali, e obbedienti alla volontà e al sistema nervoso, essi costituiscono il travaglio delle membra e della locomozione, e la loro somma è naturalmente sottoposta a grandi variazioni. Frattanto si è stimato che in generale la forza che può dispensare un uomo adulto è tale, che essa potrebbe, in 24 ore, e in ogni secondo, elevare un peso di 3 kilogr. all'altezza di un metro, ciò che fa presso a poco il triplo della forza dispensata dal cuore.

Tutti questi fenomeni dinamici sono prodotti dalla contrazione dei muscoli, che formano la maggior parte del corpo animale, e che si classano fra le sostanze azotate o albuminoidi. Noi siamo dunque in diritto di sostenere che i cambiamenti operati, durante la nutrizione, producono in questi tessuti azotati la forza che si manifesta in queste medesime parti. In appoggio della nostra asserzione, viene l'osservazione, che la quantità di forza che l'uomo e l'animale possono sviluppare nei loro sforzi muscolari è in rapporto diretto colla massa dei loro muscoli.

Intanto questo movimento si compie a spese dei principj di cui sono formati questi organi; da ciò risulta la necessità della loro continua riparazione, che non ha luogo che per le sostanze alimentari. Ora come la perdita consiste in principj azotati, la loro riparazione esige il concorso delle sostanze della stessa composizione elementare; perchè l'organismo animale non è dotato della facoltà di operare tali cambiamenti nella composizione delle materie che esso le trasformi da sostanze non azotate, in sostanze azotate, ch'esso cambi per esempio le materie grasse, gli zuccheri e l'amido, in albumina, in carue e in caseina. Queste materie albuminoidi o azotate si trovano d'altronde ugualmente nel regno vegetabile come nel regno animale; sono così pure i vegetabili che ne sono gli agenti produttori, e bisogna ben guardarsi dal credere che un nutrimento vegetabile non contenga che principj non azotati. I nostri ordinarij alimenti, presi dal regno vegetabile, cereali, radici, piselli, lenticchie, contengono dei principj azotati; come pure i legumi, le patate non ne sono completamente mancanti.

Nel regno animale soprattutto sono le carni, l'albumina e la caseina, che somministrano all'uomo e agli animali quest'ordine di materiali. Il corpo degli animali presenta ancora molte altre materie azotate che potrebbero servire di alimentazione, ma esse non ritengono come le prime, albumina, fibrina e caseina, allo stato di purezza.

Queste materie fra le quali noi citeremo le ossa, le cartilagini, i tendini, i ligamenti e diverse membrane, sottoposte a una ebollizione prolungata nell'acqua, danno della gelatina. Il loro potere nutritivo è stato, dopo un gran numero di ricerche, negato dagli uni e affermato dagli altri. Ciò che vi ha di sicuro si è, che l'animale non potrebbe nutrirsi esclusivamente, soltanto da poco tempo noi siamo stati sicuri di constatare ch'esse possono rimpiazzare in parte le sostanze albuminose, l'albumina, la fibrina e la caseina, e le nostre ricerche hanno provato che 4 parti di gelatina sono equivalenti, presso a poco, a 1 parte di carne. Nonostante una nutrizione esclusiva di gelatina diviene impossibile per questo solo fatto che l'animale non può introdurre nei condotti digerenti una quantità sufficiente al mantenimento. Noi non siamo ancora riusciti a

determinare se la gelatina racchiude dell'albumina pura, o se, nell'organismo, i suoi elementi sono suscettibili di trasformarsi in albumina, o finalmente se, bastando alla alimentazione delle parti dalle quali si estrae, i suoi principj possono rimpiazzare una certa quantità di albumina nella nutrizione.

È così che fondandosi sulla destinazione delle materie azotate o albuminose come concorrenti specialmente alla riparazione delle perdite che porta la perdita delle forze alle quali sono dovute le azioni degli organi, si possono chiamare queste materie *alimenti dinamogeni*.

2°. Inoltre, noi osserviamo che il corpo dell'uomo e degli animali d'un ordine superiore trasmette continuamente all'atmosfera che lo circonda una quantità notevole di calore.

Quantunque la natura abbia protetto in varie maniere gli animali contro questa perdita di calore continuo e che il talento dell'uomo abbia trovato dei mezzi per rendere questa mancanza più debole che fosse possibile, essa si eleva ancora dietro le ricerche più coscienziose, nelle 24 ore, a 4,000,000 di calore, cioè a dire la quantità di calore necessaria per elevare da zero a 1 grado la temperatura di 4,000 kilogr. di acqua, ossia vero per mettere 40 kilogr. di acqua a bollire.

Noi sappiamo che l'esistenza dell'animale non è garantita che alla condizione di una temperatura costante, e che la quantità di calore che perde il corpo per l'irraggiamento deve essere compensata in un dato tempo.

Pertanto il corpo non ha altra sorgente di calore che la lenta combustione delle sue parti costituenti nell'ossigeno dell'aria, introdotto nell'economia dalla respirazione, e portato dal sangue su tutti i punti dell'organismo.

La prova che è dovuta all'ossigeno la produzione del calore, è l'eliminazione continua dall'organismo d'acido carbonico, di acqua e di urea, combinazioni dell'ossigeno col carbonio, l'idrogeno e l'ammoniaca che sono sempre accompagnate da uno sviluppo di calore. Tutte le materie organizzate, nella composizione delle quali entrano il carbonio, l'idrogeno, tutte le materie albuminose che inoltre racchiudono dell'azoto, si prestano a queste reazioni. Il corpo animale racchiude ancora due ordini di materie che, per la loro combinazione con l'ossi-

geno, contribuiscono particolarmente alla produzione del calore animale; queste sono le materie grasse e lo zucchero sempre ingenerato nel sangue, sostanze ricche in carbonio e in idrogeno e sprovviste d'azoto, e che qualunque sieno le altre funzioni che esse possono avere a compiere nell'organismo, sono principalmente destinate alla calorificazione.

È al loro rimpiazzo che servono una grande quantità di alimenti, prima di tutto le materie grasse e gli stessi zuccheri, in seguito l'amido, trasformato in zucchero sotto l'influenza dei succhi digerenti. Osserviamo ancora che l'amido e gli zuccheri, come lo dimostra l'esperienza, sono suscettibili di essere trasformati in grassi e di essere accumulati sotto questa forma nell'organismo.

*Tutti gli alimenti nei quali le materie grasse e gli zuccheri predominano, e che sono destinati al mantenimento del calore animale, possono essere chiamati alimenti termogeni.*

Le differenti materie che servono all'alimentazione dell'uomo e degli animali non differiscono essenzialmente fra loro che per le loro proprietà *dinamogene o termogene*, e questa distinzione basta a fare comprendere la parte che queste materie sono chiamate a compiere nelle funzioni della economia.

Appoggiandosi su questi primi dati, siamo riusciti in questi ultimi tempi, coll'aiuto di numerose esperienze, a determinare il modo secondo il quale sono utilizzate dall'economia queste due specie di principj alimentari, così ancora le materie corrispondenti facenti di già parte integrante dell'organismo animale.

Prima di esporre queste ricerche con alcuni dettagli, mi sia permesso di ricordare una delle leggi più importanti della natura e che deve servire di punto di partenza ad ogni investigazione dei fenomeni di cui l'organismo animale è la sede; io voglio parlare *della legge della permanenza delle forze*. Secondo questa legge, non vi è nell'universo nè creazione nè perdita di forze.

Tutte le volte che uno di questi casi sembri presentarsi, non si produce che una modificazione nella direzione e nella forma delle medesime forze fondamentali che rispondono alla costituzione molecolare dei corpi. Questa modificazione nella for-

ma e nell'azione delle forze è prodotta da un cambiamento nella sistemazione molecolare del corpo. Così per esempio, il calore che noi vediamo svilupparsi nella combustione del legno non è che una nuova direzione della forza che governava la costituzione molecolare del legno. Per il cambiamento che si opera durante la combustione nella disposizione delle molecole del legno, questa forza diviene libera e si manifesta sotto forma di calore. Se ora per questo calore, noi trasformiamo l'acqua in vapori, e per questi vapori noi produciamo degli effetti meccanici, noi abbiamo fatto solamente variare successivamente la forma di una sola e medesima forza.

La legge di permanenza delle forze si applica ugualmente al corpo dell'uomo e degli animali: se nei nostri muscoli si sviluppano delle forze traducibili in movimenti, se le materie grasse e gli zuccheri sviluppano del calore, deve necessariamente operarsi nel tempo stesso un cambiamento qualunque nella costituzione molecolare dei muscoli, delle materie grasse e degli zuccheri; ad ogni contrazione dei nostri muscoli, ad ogni movimento che ne risulti, deve corrispondere, nel medesimo organo, una modificazione di questo genere.

Se dunque noi vogliamo giungere ad una cognizione esatta della maniera con cui hanno luogo queste contrazioni, questi movimenti o lo sviluppo del calore nel nostro corpo, e della parte che rappresentano in tutti questi fenomeni le diverse specie d'alimenti, si tratta prima di tutto *d'imparare a conoscere le influenze sotto le quali può prodursi un cambiamento nella costituzione molecolare dei muscoli e delle materie grasse dell'organismo animale.*

Poichè noi troviamo per risultato finale delle metamorfosi compiute nel corpo una combinazione fra l'ossigeno e le molecole organiche, bisogna che *l'ossigeno dell'aria* introdotto nel sangue per la respirazione, e messo in contatto intimo con tutte le parti degli organi dalla circolazione, eserciti una influenza essenziale sui cambiamenti che si operano nella costituzione molecolare delle parti integranti dell'organismo. Fin qui si era generalmente di opinione che l'affinità dell'os-

sigeno per l'idrogeno e il carbonio delle materie grasse e degli zuccheri, tanto nel sangue che nel resto del corpo fosse assai potente per produrre essa soltanto i cambiamenti di cui parliamo, tanto più che questa affinità è favorita dallo stato di perfetta divisione e dal contatto intimo nel quale si trovano gli elementi che entrano in reazione.

Si credeva allora a una combustione diretta nel sangue; questa combustione era la sorgente del calore animale.

Per ciò che riguarda le materie grasse, le nostre esperienze ci hanno provato che queste materie devono subire dapprima un cambiamento nel fegato, e che allora solamente i loro elementi, il carbonio e l'idrogeno, possono combinarsi con l'ossigeno del sangue, mentre che lo zucchero è bruciato direttamente.

Nonostante questo cambiamento antecedente non è per il momento di una importanza decisiva, e possiamo attendendo ammettere ancora che è all'azione sola dell'ossigeno sulle materie grasse e sugli zuccheri che sono dovute le trasformazioni di queste materie, e per conseguenza lo sviluppo del calore.

Ma in ogni caso questa teoria cessa d'essere applicabile ai corpi azotati. La chimica c'insegna che l'ossigeno non ha che una debole affinità per le sostanze azotate, che anche l'azoto combinandosi con sostanze fin'allora molto combustibili, ha la proprietà di distruggere quasi intieramente questa combustibilità, di maniera che non è punto probabile, che i principj azotati del sangue, e delle altre parti del corpo siano ossidati per la loro semplice affinità coll'ossigeno. Di più se una tale ossidazione avvenisse per semplice affinità, la nutrizione stessa per il sangue non potrebbe aver luogo. Infatti le stesse sostanze azotate, l'albumina, e la fibrina, di cui si compongono i nostri organi, entrano pure in grandi proporzioni nella composizione del sangue; è dal sangue che esse provengono originariamente, e sono questi elementi del sangue che sono destinati a riparare la loro perdita. Ora ciò diverrebbe impossibile se a cagione della loro affinità per l'ossigeno, esse potessero essere distrutte nel sangue stesso per la combustione.

Questa combustione, dedotta da proposizioni generali è stata di più confermata da osservazioni dirette. Queste osservazioni mostrano che l'albumina non è mai ossidata direttamente nel sangue, ma che essa deve prima passare negli organi, e subirvi certe modificazioni.

Si tratta dunque di ricercare le condizioni nelle quali l'ossigeno può effettuare un cambiamento nella costituzione molecolare dei corpi azotati.

Dopo numerose esperienze, l'esame dell'azione degli alimenti azotati in quantità variabili ci ha condotto alla seguente conclusione: il cambiamento che si opera, nel tempo della nutrizione nella costituzione molecolare delle materie azotate, è il risultato di un'attrazione combinata del sangue e dell'ossigeno sulle parti costituenti degli organi.

Infatti è evidente che gli organi esercitano un'attrazione sui principj omogenei del sangue, perchè senza questo, come noi lo abbiamo già dimostrato, sarebbe impossibile un'alimentazione per mezzo di questo liquido.

In secondo luogo l'ossigeno assorbito nel sangue, esercita egualmente un'attrazione continua sugli elementi degli organi, poichè è allo stato di completa ossidazione che questi principj spariscono dall'organismo.

È questa doppia attrazione che produce gli effetti che ciascuna azione parziale non potrebbe realizzare isolatamente.

È questa d'altronde una di quelle reazioni che noi riscontriamo in chimica ogniquale volta si opera una decomposizione, una trasformazione molecolare in combinazioni molto stabili. Così l'acqua, per esempio, è una combinazione molto stabile dell'ossigeno coll'idrogeno, combinazione, che il cloro, malgrado la sua grande affinità per l'idrogeno, non può decomporre. Pure se si mette in presenza una sostanza organica dotata di una notevole affinità per l'ossigeno dell'acqua, la decomposizione di questa si opera con facilità; ciò avviene perchè vi ha qui una doppia attrazione di una parte fra il cloro e l'idrogeno, e dall'altra fra la sostanza organica e l'ossigeno dell'acqua. Non è dunque che sotto l'influenza di questa doppia attrazione che le molecole di quest'ultima

possono essere separate, ciò che alcuna delle attrazioni parziali non potè effettuare.

L'attrazione combinata dell'ossigeno e del sangue sugli organi, ci spiega pure la trasformazione de' loro elementi.

È vero che per la maggior parte de' casi, s'ignora ancora in qual luogo e in quale ordine i fenomeni si sono prodotti: tutto ciò che noi possiamo constatare, si è che gli elementi delle parti trasmutati sono eliminati sotto forma di acido carbonico, di acqua e di urea, cioè a dire allo stato di combinazione coll'ossigeno.

A misura che si produce una simile trasformazione di materie azotate, la forza che presiedeva alla disposizione molecolare di queste parti diviene libera e capace di produrre altri effetti, che consistono in movimenti interni ed esterni.

Ne deriva da ciò che tutto quello che seconda e favorisce, o tutto ciò che restringe e limita questa doppia attrazione, deve secondare o limitare ugualmente la trasformazione molecolare, e per conseguenza accrescere o diminuire lo sviluppo della forza e quindi i movimenti.

Fra le circostanze che più potentemente influiscono su questa attrazione, bisogna contare prima di tutto *la quantità degli alimenti azotati introdotti nella economia e la quantità del sangue che ne deriva.*

La trasformazione molecolare cresce e diminuisce proporzionatamente ai principj azotati, perchè l'intensità dell'attrazione fra il sangue e gli organi cresce progressivamente colla quantità degli alimenti e del sangue contenuto nell'economia animale.

Ma nel medesimo tempo bisogna, come lo abbiamo già detto di sopra, che vi sia un accrescimento corrispondente nello sviluppo delle forze necessarie ai movimenti della massa crescente degli alimenti e del sangue, perchè questi movimenti devono continuarsi in tutte le condizioni in virtù della perfetta armonia che regola in tutte le disposizioni dell'organismo; l'aumento della massa alimentare diviene esso stesso la sorgente dello sviluppo della forza necessaria per mantenerla in movimento. Nonostante l'effetto risultante dall'aumento degli alimenti e per conseguenza dell'accrescimento della massa del



sangue, arriva in ultimo fino a un massimo che non potrebbe essere oltrepassato; è allora che l'introduzione di nuovi alimenti diviene impossibile nell'animale. Ma tosto che nuove forze divengono libere per i cambiamenti molecolari, l'animale riacquista la facoltà di riprendere nutrimento.

In secondo luogo è facile a concepirsi che l'*intensità dell'attrazione fra l'ossigeno e le materie azotate degli organi* esercita una influenza sulla misura nella quale questi cambiamenti molecolari si producono. L'intensità dell'attrazione dipende dalla *quantità di ossigeno* che può prendere parte alla produzione dei cambiamenti molecolari: ora questa stessa quantità è determinata da varie circostanze. Dapprima essa dipende dalla quantità del sangue, portatore dell'ossigeno. Se, per conseguenza dell'aumento di materie nutritive ingerite, la quantità del sangue aumenta, il numero e l'ampiezza delle inspirazioni pure aumentano, e in conseguenza la quantità di ossigeno attinto dall'atmosfera.

L'accrescimento di nutrimento attiva così i cambiamenti molecolari; da ciò l'accrescimento nella produzione di forza necessaria ai movimenti della massa più considerevole delle sostanze.

Se al contrario vi è difetto di nutrimento, la massa del sangue e dell'ossigeno diminuisce. L'ossigeno così ridotto non sollecita più al medesimo grado le trasmutazioni molecolari; di più come nel trasformare le materie azotate, esso si combina con gli elementi che si separano dagli organi, e subisce una perdita.

La trasformazione va così diminuendo a misura che si compie, perchè uno dei fattori che vi concorrono, cioè a dire l'ossigeno, è assorbito dai prodotti della decomposizione. Nè la decomposizione, nè la quantità di forza sviluppata, nè l'accrescimento del sangue, possono oltrepassare assolutamente un certo limite. A questo estremo periodo, l'animale non potrebbe più mangiare niente; perchè la decomposizione non avanzando più, a cagione che l'ossigeno necessario è assorbito dai prodotti della decomposizione stessa, la forza necessaria all'elaborazione degli alimenti ulteriormente ingeriti e ai loro movimenti viene a mancare completamente. L'introduzione di

nutrimento essendo cessata, la massa del sangue diminuisce, il grado della decomposizione e la quantità dei suoi prodotti diminuiscono, e in conseguenza, una maggior quantità di ossigeno rimane disponibile per effettuare, dal suo lato, dei cambiamenti ulteriori che si continuano e sviluppano nuova forza. Questa forza può allora servire alla ingestione e alla elaborazione di una nuova quantità di sostanze alimentari.

Nonostante, come noi abbiamo già provato, l'ossigeno non è esclusivamente impiegato alla trasformazione delle materie azotate e alla ossidazione dei prodotti di questa trasformazione, ma esso esercita ancora un'attrazione sulle materie non azotate del corpo e del sangue vale a dire sulle materie grasse, sugli zuccheri. Questa affinità diminuisce l'intensità della forza attrattiva dell'ossigeno sui corpi azotati, e limita la loro trasformazione e la loro ossidazione.

Tuttavia finchè questa trasformazione di materie azotate è secondata dall'attrazione che il sangue esercita sugli organi, l'ossidazione dei prodotti azotati si opera sempre avanti quella delle materie grasse, ed è solamente per una quantità di ossigeno che resta disponibile, che sono ossidate queste materie.

Una quantità maggiore o minore di materie grasse e di zucchero nel sangue e nel corpo, limita sempre l'influenza dell'ossigeno sulla trasformazione delle materie albuminoidi degli organi; l'azione dell'ossigeno si divide secondo che la trasformazione negli organi è attivata dal concorso del secondo agente, il sangue, e secondo la massa esistente di materie grasse e di zuccheri.

L'esperienza ci ha insegnato che, durante l'inazione in un animale, d'altronde ben nutrito, questa ripartizione è presso a poco tale, come la decomposizione delle parti muscolari è uguale a quella delle materie grasse. Dando allora della carne all'animale, esso vive a spese di questa carne, e la decomposizione del grasso va diminuendo, di maniera che, se si continua a nutrirlo di carne, la diminuzione del grasso diminuisce fino alla cessazione completa, e l'animale vive unicamente a spese delle materie azotate.

L'attrazione dell'ossigeno sulle materie azotate, secondata da quella del sangue risultante dal nutrimento dell'animale, è

assai potente per operare la trasmutazione di queste materie. L'affinità dei prodotti così trasmutati dall'ossigeno essendo d'altronde più considerevole dell'ossigeno per le materie grasse, l'ossigeno è assorbito dai primi, e le materie grasse non potrebbero più essere attaccate.

Se non si danno a mangiare che delle materie grasse a un animale privato da qualche tempo di nutrimento, si può ben fare diminuire, fino a un certo grado, la decomposizione delle parti muscolari, questa alimentazione coi corpi grassi diminuisce l'azione dell'ossigeno sulle materie azotate, ma non si potrebbe farla cessare completamente; fin tanto che vi è del sangue, l'attrazione dell'ossigeno sulle materie azotate ha luogo, e si produce sempre una trasformazione e una ossidazione de' materiali del sangue. La cagione di questi reciproci rapporti, noi la troviamo nelle condizioni indispensabili all'esistenza dell'animale.

L'esistenza dell'animale esige uno sviluppo continuo di forze motrici necessarie agli sforzi attivi dell'organismo, e una produzione nuova per compensare la perdita continua. Le forze motrici e il calore possono essere sviluppate tutte e due a spese delle materie azotate, ma il grasso produce unicamente il calore. Bisogna dunque che abbia luogo nell'organismo una trasformazione di materie azotate; sempre a qualche grado, perchè è da ciò che sono prodotte le forze indispensabili alle operazioni continue di cui l'organismo è la sede.

Finalmente, se si nutrisce un animale in un medesimo tempo di carne e di materie grasse, la prima è utilizzata dalle funzioni dell'economia, ed è piuttosto il grasso che è accumulato nell'organismo, perchè la carne è sempre e in tutti i casi trasformata dapprima, ed è a sue spese che si fa non solamente il travaglio dell'organismo, ma ancora la produzione del calore animale. Ma con questo nutrimento mescolato, il momento nel quale, per l'azione delle materie azotate, il travaglio organico diviene possibile, è molto più ravvicinato, di modo che è affatto inutile di accrescere la quantità degli alimenti azotati, che allora servirebbero ad una produzione di calore realizzato più efficacemente e più economicamente dai corpi grassi. L'esperienza c'insegna che un terzo e ancora un quarto della carne

che fa bisogno all' animale, quando se ne nutrice esclusivamente, serve alla riparazione delle forze perdute, se nello stesso tempo vi si aggiunge la quantità di grasso o di zucchero necessaria allo sviluppo del calore.

Sarebbe dunque un lusso inutile volersi nutrire esclusivamente di carne, e ve ne vorrebbero delle quantità enormi per riparare le perdite delle forze e del calore; d'altronde la digestione e l'elaborazione di troppe grandi masse di carne consumerebbero inutilmente una certa quantità di forza; una grande massa di carne produce una massa corrispondente di sangue, che a suo tempo attiva ad alto grado la trasformazione delle materie azotate, producendo, ma sperdendo ancora forze considerevoli. Ora la conservazione dell' individuo non esige una tale spesa, e il calore che è prodotto in questo atto è somministrato più economicamente dai corpi grassi.

Dopo di aver provato che fra le circostanze che influiscono sulla trasmutazione dell' organismo, bisogna contare la quantità degli alimenti azotati, la massa del sangue che ne risulta e la quantità di ossigeno presente nell' economia, noi andiamo a dimostrare che bisogna ancora prendere in considerazione, come decisiva; *la massa degli organi e la massa delle materie azotate e non azotate che devono subire le trasformazioni.*

Niente è più evidente e meglio dimostrato dall' esperienza giornaliera. Un animale molto grosso, a cose tutte d'altronde uguali, consuma più di un altro piccolo, e la trasmutazione ha luogo a più alto grado in un uomo forte e ben nutrito, che in un altro magro e debole.

Se in un giorno dato, per una riparazione incompleta, di perdite sofferte dai nostri organi in principj azotati, essi hanno diminuito di volume, il giorno dopo non ci vuole più tanti alimenti azotati per sovvenire ai nuovi bisogni dell' organismo.

Se al contrario quel giorno, per un nutrimento ricchissimo in principj azotati o per una restrizione nella trasformazione de' nostri organi, questi sono giunti ad un sensibile aumento, il nutrimento del giorno dipoi deve essere più abbondante, facendosi la trasformazione sopra una più grande scala. Essa dovrebbe esserlo ancora maggiormente per realizzare un accrescimento nuovo negli organi. Se il nutrimento non corrisponde

ai nuovi bisogni, ne risulta una diminuzione nel peso del corpo, fino al momento in cui la riparazione per gli alimenti ristabilisce l'equilibrio.

Per conseguenza, volendo dare più forza ad un uomo o aumentare la massa di carni di un animale, non basta di accrescere una volta per tutte la porzione alimentare di cui si nutrisce, perchè ne risulta ben presto un aumento di peso corrispondente; ed a partire da quel momento, a meno che il nutrimento non cresca progressivamente, il peso del corpo rimane lo stesso, la trasformazione essendo attivata in rapporto del nutrimento accresciuto.

Per effettuare un aumento ulteriore degli organi, bisognerebbe assolutamente un aumento progressivo nella quantità del nutrimento, e non perdendo di vista che questo aumento di nutrimento porta una trasformazione tanto maggiore.

Questa circostanza rende difficile, quasi impossibile ancora, col mezzo delle più grandi quantità di alimenti azotati, l'aumento di peso dell'animale, finchè s'impiega questa specie di alimentazione.

Nel principio e fintanto che l'animale non ha ancora acquistato la ricchezza in parte carnosa che la sua disposizione individuale gli permette di raggiungere, l'aumento si fa rapidamente; ma una volta ottenuto questo limite, gli bisogna, per operare la riparazione delle masse del suo corpo e per compensare la trasformazione accresciuta per l'aumento della massa alimentare stessa, di tale quantità di nutrimento, che la quantità d'ossigeno che può essere introdotta, non serve più a tutte le trasformazioni; e così l'animale non può prendere la quantità di alimenti divenuta necessaria.

Osserviamo finalmente che il grado della trasformazione delle materie azotate non dipende unicamente dalla massa relativa dei principj azotati degli organi, ma che essa è ancora determinata dalla quantità di grasso presente nell'economia, in un dato momento.

L'azione dell'ossigeno sulle sostanze per le quali esso ha dell'affinità si reparte fra queste materie prima per la loro quantità come pure dopo per la loro composizione elementare.

Esponendo alla fame un animale povero in grasso, ma

ricco in sostanze muscolari, l'ossigeno agirà principalmente su queste ultime, e effettuerà la trasformazione delle materie azotate, mentre che relativamente sarà speso poco grasso.

Se al contrario l'animale è ricchissimo in grasso, è principalmente con questo che si combinerà l'ossigeno, e la trasformazione delle parti azotate, si farà in un grado più debole. È d'altronde un fatto conosciuto da tutti, che degli uomini e degli animali molto grassi, fintanto che non sono obbligati a dei grandi sforzi muscolari, resistono molto più tempo alla fame di altri che sono più magri: deriva ciò perchè il loro grasso impedisce una trasformazione inutile delle molecole azotate del loro corpo.

Ciò che avviene nell'uomo e negli animali allo stato d'inazione, ha luogo ancora quando essi sono sufficientemente nutriti. L'alimentazione di un animale ingrassato esige molto meno carne, che quella di un animale magro, senza che quest'ultimo sia capace di una più grande dispensa di forza ancora con un nutrimento più abbondante. Nel primo, il grasso impedisce la decomposizione delle parti muscolari, mentre che nel secondo, questa decomposizione è notevolissima, ed esige per la sua riparazione molti alimenti azotati. È però vero che il primo in questo caso perde del grasso.

Giunti in questo modo alla cognizione delle circostanze che esercitano una distinta influenza sull'uso degli alimenti azotati nell'economia animale, siamo ora in istato d'indicare la maniera più vantaggiosa di alimentare l'uomo o un animale qualunque in tutte le forze della sua vita.

A questo effetto, bisogna prima di tutto fissare la quantità di azoto che esso impiega. Ed a ciò giungiamo col determinare la dose di uno dei più importanti principj azotati della secrezione, vale a dire dell'*urea* col mezzo di un metodo tanto sicuro che semplice, e dovuto alla sagacità del Prof. Liebig.

L'esperienza ci prova che l'azoto degli alimenti realmente impiegati nell'economia si ritrova quasi esclusivamente nell'*urea*, di maniera che noi possiamo trascurare le quantità più minime di questo elemento, rigettate dalla pelle e forse ancora dai polmoni.

Questa perdita in azoto deve dunque dapprima, e in tutti

i casi, essere riparata dalla introduzione di principj azotati che non sono somministrati da materie albuminose dei regni vegetabile ed animale.

Tuttavia questa sola riparazione dei principj azotati non basta al mantenimento della vita, perchè non ripara la perdita che porta la produzione del calore, a meno che non voglia lasciarsi condurre ad una perdita inutile di forze, ed è ciò che ci proibiscono i principj di una saggia economia, poichè noi sappiamo produrre questo calore con più successo ed in modo più facile col mezzo di un nutrimento azotato, vale a dire di grassi, di zuccheri, di amido, e in generale di materie amiloidi.

Nello stato attuale della scienza, il grado che deve aggiungere la produzione del calore non può ancora essere determinato, che per via indiretta, considerando il peso totale del corpo. Ora questo peso non deve più cambiare, tosto che l'azoto necessario è stato introdotto nella economia; ciò che potrebbe perdere al di là, deve essere compensato dalle materie non azotate. Ma questo risultato pecca ancora per un punto; poichè l'acqua secondo che è trattenuta nel corpo o che essa ne è separata in maggiore o minore quantità, può in taluni casi, esercitare una notevolissima influenza sul peso del corpo; deriva da ciò che per camminare in una via sicura, sarebbe necessario di dosare esattamente l'acqua e l'acido carbonico che sfugge dalla pelle e dai polmoni.

Grazie alla munificenza del Re Massimiliano II, è stato possibile al sig. Pettenkofer di costruire a questo effetto un grande e ingegnoso apparecchio, e noi abbiamo la speranza di giungere per la prima volta a dei risultati positivi in questa importante materia, risultati che io spero potere esporre in un prossimo avvenire.

In aspettativa io mi stimerò felice se sono riuscito a spiegare qualche poco ciò che l'esperienza ci ha insegnato da gran tempo sopra l'utilità e l'uso de' nostri alimenti.



**SAGGI FATTI SULL'ACQUA PIOVANA ROSSA DI SIENA;  
DA S. DE LUCA.**

Questi saggi sono stati eseguiti sopra una piccola quantità di acqua di pioggia, contenuta in un tubo di vetro chiuso alla lampada, raccolta a Siena per cura del sig. Campani, e da me ricevuta non prima del 6 Gennaio di quest'anno. Il volume totale di quest'acqua non si elevava al di là di 3 cent. cubi.

Essa presentava una tinta leggermente rossastra, era neutra alle carte reattive, limpidissima e molto trasparente; lasciava per mezzo della evaporazione a 100 gradi un residuo sensibile, il quale aveva una tinta un poco più intensa di quella che presentava l'acqua prima di evaporarla. Un tal residuo era formato da strati sottili e concentrici, in una piccola cassula di porcellana; perdeva il colore ad una temperatura superiore a 200 gradi e diveniva nero con diminuzione di peso; ad una temperatura più elevata ed in contatto dell'aria, gli strati di già indicati, di color nero, scomparivano completamente in modo progressivo. Al posto degli strati neri si vedevano nella cassula, ad occhio nudo, ma non senza difficoltà, tracce appena sensibili di un residuo bianco.

La sostanza dunque che colora l'acqua sembra essere di origine organica, mentre essa si carbonizza coll'azione del calore e lascia un residuo fisso per mezzo dell'incinerazione. Durante la carbonizzazione non si sviluppano vapori tali da ricordare l'odore delle sostanze animali che bruciano: in conseguenza è probabile che la sostanza in questione debba la sua origine a qualche essere vegetale. Le osservazioni microscopiche confermano una tal supposizione: infatti esaminata la detta acqua al microscopio, sotto un forte ingrandimento, presenta frammenti e parti di organi vegetali, comunque non in modo ben preciso, come di pianta in distruzione. Le parti più delicate si veggono di color giallo verdastro, altre di colore oscuro, e taluna solamente contenente un liquido color mattone.

Pare dunque che qualche germe vegetale si sia sviluppato in dett'acqua, sotto l'influenza di condizioni speciali atmosfere-



riche, non facili a realizzare ed a noi sconosciute. Pare ancora che detto germe vegetale, dopo il suo sviluppo, non abbia trovato in seguito condizioni favorevoli di lunga esistenza e si sia a poco a poco distrutto. Il color rosso che forse a principio stava nell'essere vegetale, dopo la distruzione di esso o contemporaneamente è passato nell'acqua e l'ha colorata.

E qui è uopo ricordare che l'*hygrocrocis cyclaminas* (1), che si sviluppa in una soluzione acquosa di ciclamina, comunica al liquido una tinta rosea caratteristica. Sarebbe quindi probabile che il colore, che si osserva nell'acqua di pioggia caduta a Siena, fosse dovuto allo sviluppo di un'alga particolare non ancora studiata.



**SULLA DIREZIONE INIZIALE DELLA CODA DELLE COMETE;  
DISCORSO DI G. V. SCHIAPARELLI.**

**1.**

A chi intraprende lo studio della costituzione fisica delle Comete, e si propone di trarre da una fatta ipotesi la spiegazione di tutti i fenomeni osservati, due generi di difficoltà si oppongono. Il primo consiste nella poca copia di osservazioni fedeli, che devono sole esser la base di ogni teoria. Gli antichi Astronomi solevano per lo più riguardare con Aristotile questi astri come meteore sublunari, e quindi non ponevano maggior cura nel descriverle, di quella che ne impiegassero per i fuochi fatui ed altre consimili apparenze. Questa fu anche la ragione, per cui lo studio delle Comete rimase escluso dai lavori della Scuola astronomica d'Alessandria. Dopo il risorgimento delle scienze, il predominio delle idee peripatetiche fu per lun-

(1) Rendiconto dell'Accademia delle scienze di Parigi del 25 Agosto 1838.

go tempo ancora un ostacolo al progresso di questo studio: per modo che le prime osservazioni di Comete, le quali meritino veramente questo nome, non ebbero luogo che nel 1472 per opera di Giovanni Müller Regiomontano, e nel 1531 per opera di Pietro Apiano. Ma se dagli scritti astronomici dei secoli XVI. e XVII già si possono ricavare in copia sufficiente le osservazioni che servono a determinare il corso delle Comete, lo stesso non si può dire per quanto spetta la loro figura e costituzione fisica. Il difetto di strumenti ottici abbastanza perfetti è la principale causa di questo: per modo che eziandio dai disegni dati dagli osservatori più diligenti di quei tempi (fra i quali per assiduità primeggiò senza dubbio Giovanni Evelio) poco si può ricavare che valga ad istruirci. E i primi documenti su cui si possa costruire con qualche verità la storia delle rivoluzioni interne di una Cometa non risalgono che alla famosa apparizione del 1744, di cui Heinsius a Pietroburgo e Chéssaux a Losanna diedero descrizioni ancora molto stimate ai dì nostri.

La seconda difficoltà consiste in questo, che noi ignoriamo assolutamente la natura delle cause, che producono nell'interno delle Comete sì gigantesche e maravigliose rivoluzioni. Avvezzi come siamo a rapportare i fenomeni celesti ai terrestri per via di paragoni più o meno adatti, noi parliamo di atmosfere, di espansioni gazoze, di getti luminosi, di forze polari ec. Ma egli è possibile, che il movente, il quale produce tutte queste apparenze sia di natura tale, che non trovi fra le forze e le materie, che noi siamo avvezzi a considerare, alcun paragone.

Così stando le cose, non è meraviglia, che in un soggetto, dove così poche sono le basi della certezza, e dove l'immaginazione può spaziare in un campo indefinito, i fabbricatori di ipotesi, e i creatori *ex tripode* di sistemi mondiali abbiano trovato una miniera feconda. Nel riguardare questi parti della fantasia, l'imparziale indagatore del vero non tarderà a convincersi, che la maggior parte di essi sono assai più nocivi alla verità, che non la candida confessione della propria ignoranza. Per qui più necessario che altrove, di riconoscere che innanzi di costrui-

re un edificio è necessario raccoglierne tutte le pietre, e che il primo obbligo dell'investigatore della natura è quello di ordinare sistematicamente i fatti osservati.

## 2.

Fra le diverse classi di fenomeni che occorrono a considerarsi nelle Comete, una delle più semplici è quella che riguarda la direzione delle code cometiche. Considerando una Cometa di forma simetrica, in essa si potrà immaginare una linea mediana, retta o curva, equidistante dai due lati della coda; questa linea chiamisi *asse* della coda. Ciò posto, intendiamo per *direzione iniziale* della coda cometica quella indicata dalla parte di quest'asse, che si trova nella maggior prossimità del nucleo o del capo della Cometa. Quando la Cometa stessa è poco determinata di forma e di contorni, l'asse e la direzione iniziale sono essi pure alquanto indeterminati; ma questo nelle grandi Comete, che sviluppano una coda considerabile, e delle quali sole noi possiamo qui parlare, accade assai raramente.

Per le grandi Comete l'occhio è buon giudice della direzione iniziale, quando, prolungandola idealmente per una estensione non troppo grande sulla sfera celeste, essa va a colpire una stella conosciuta. Quindi non farà maraviglia, che questo genere di osservazioni a preferenza di molti altri sia stato con molto interesse seguito dagli antichi maestri. Pietro Apiano già detto, il quale dal 1531 al 1539 ebbe occasione di osservare cinque Comete considerabili, fu il primo a pronunciare in termini generali, che la direzione delle Comete tende verso la plaga opposta al Sole. Ticone, Keplero, Cysat ed Evelio osservarono assiduamente le direzioni delle code, e scoprirono alcune leggiere deviazioni dalla Legge d'Apiano. Ticone, dopo aver diligentemente investigato su questo rapporto la Cometa del 1577 credette un istante di aver scoperto, che la direzione iniziale fosse costantemente opposta a Venere. Nel 1619 Keplero scriveva: *Solemne hoc est Cometis, quod caudæ ipsorum nonnihil ab opposito Solis deflectunt*. Evelio osservò in Danzica le direzioni delle code cometiche con grande assiduità, e fece molti

sforzi per scoprire le leggi delle loro deviazioni, senza giungere ad un risultato decisivo. *Omnem quidem movi lapidem, scriv' egli a pag. 57 del Prodromo Cometico, nihilque intentatum reliqui, utrum deviationem hanc certis legibus adstringere possem; atque ea de re omnes Cometas, quorum observationes publici sunt juris summâ industriâ perquisivi, calculoque licet tædiosissimo investigavi: ubi tandem deprehendi in quibusdam peculiarem aliquam harmoniam, nimirum quod in Cometis sub latitudine australi incedentibus deflexio illa cauda sursus ad Eclipticam; contra in aliis sub latitudine boreali constitutis deorsum pariter Eclipticam versus vergat; atque Cometâ, circa, vel in ipsâ Eclipticâ commorante, deviatio nulla sit, sed cauda semper in directum a Sole præcise procedat. Id quod etiam prima fronte plausibile nobis videbatur..... Verum nonnulla exempla has leges plane respuerunt; sic ut ad certas referre, ob defectum in primis observationum, adhuc nequeam.....*

Dopo Evelio questo genere d'osservazioni diventò più raro, e salve alcune eccezioni, tale trascuranza durò quasi sino ai nostri tempi. Quando si trova fatta parola della deviazione delle code, essa viene generalmente confusa coll'altra deviazione che naturalmente deriva dalla curvatura delle code medesime. Brandes sostiene anzi, che la deviazione è soltanto apparente, e che essa si riduce ad un effetto della curvatura. Eppure gli antichi osservatori aveano stabilito nettamente la diversità che corre fra l'una e l'altra specie di deviazione. *Scias autem, quod caudarum incurvatio plane differt a caudarum inclinatione et deviatione; quæ tamen pariter ut caudis rectis, sic et his caudis incurvatis et obliquis plerumque inhæret* (Evelio, pag. 58 del Prodromo Cometico). Del resto la discussione delle osservazioni mostrerà abbastanza che cosa si debba pensare su tal punto. Agli Astronomi recenti, tra i quali sono principalmente a distinguersi in questo genere di ricerche Förster, Winnecke, e Pape, era riservato di emulare l'antica diligenza.

Duplice è lo scopo del presente scritto. In primo luogo noi ci proponiamo d'esaminare, se queste deviazioni dalla legge di Apiano possono teoricamente giustificarsi. In questa ricerca non ci permetteremo che una sola ipotesi, oggidì quasi universal-

mente dagli Astronomi riconosciuta; ed è che la coda delle Comete sia formata da un effluvio di particelle materiali, moventisi sotto l'influenza del Sole e del nucleo, influenza sulla cui natura non vogliamo nulla pregiudicare. In secondo luogo è nostro proposito di raccogliere e di esaminare le antiche e le recenti osservazioni sulla direzione delle code cometiche; e di ricercare, se nelle deviazioni esista una qualche legge.

## 3.

Considerando il sito del nucleo, e la forma della coda corrispondenti ad un istante qualsivoglia  $t$ , noi potremo riferire l'uno e l'altra ad un sistema d'assi rettangolari presi nel piano dell'orbita della Cometa per modo, che l'origine essendo nel Sole, l'asse positivo delle  $x$  sia diretto al perielio, e l'asse delle  $y$  positive al punto dell'orbita, di cui l'anomalia vera è  $90^\circ$ . Non sarà necessario d'introdurre la considerazione di un terzo asse perpendicolare al piano dell'orbita, perchè la linea mediana della coda non esce mai da questo piano; almeno l'osservazione non ha mai provato il contrario, e non vi ha alcuna ragione perchè una tal deviazione debba esistere più da una parte che dall'altra del piano dell'orbita. Del resto, imiterò il procedimento e seguirò le notazioni di Bessel, nella sua classica Memoria sulla Cometa di Halley (*Astronomische Nachrichten*, vol. xiii, n.° 301); dipartendomi da lui soltanto in questo, ch'io, limitato alla determinazione della direzione iniziale della coda, non avrò bisogno di fare ipotesi sulla natura delle azioni che il Sole ed il nucleo esercitano su una particella della Cometa.

Siano adunque, per l'istante  $t$ , designate con  $x, y, r, v$  l'ascissa, l'ordinata, il raggio vettore e l'anomalia vera del nucleo; per il medesimo istante siano ancora  $x', y', r', v'$  gli elementi analoghi per una particella M della coda. Nell'istante anteriore  $t - \tau$  (dove  $\tau$  può esser un intervallo di tempo qualsiasi) così il nucleo, come M, avranno avuto una posizione differente, determinata per il nucleo, dagli elementi  $x_0, y_0, r_0, v_0$ ; e per M, dagli elementi  $x'_0, y'_0, r'_0, v'_0$ . Infine, designeremo, per il tempo  $t$ , con  $\eta$  la lunghezza della perpendicolare abbassata

dal punto **M** della coda sul prolungamento del raggio vettore della Cometa, contata positivamente nel senso opposto al moto della Cometa; con  $\xi$  la porzione del raggio vettore compresa fra questa perpendicolare ed il nucleo, la quale si conterà positivamente a partire dal nucleo, nella direzione opposta al Sole.

I coseni degli angoli che il raggio vettore fa cogli assi delle  $x$  e delle  $y$  essendo  $\frac{x}{r}$  ed  $\frac{y}{r}$ , fra le coordinate  $x', y'$  della particella **M** per rapporto ai primi assi, e le coordinate  $\xi, \eta$  della stessa per rapporto al raggio vettore e alla sua perpendicolare, avremo le seguenti relazioni, derivanti dalla trasformazione delle coordinate:

$$\left. \begin{aligned} \xi + r &= x' \frac{x}{r} + y' \frac{y}{r} \\ \eta &= x' \frac{y}{r} - y' \frac{x}{r} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

In queste equazioni  $x, y, r$  sono quantità relative al sito del nucleo nell'istante  $t$ ; e quando si tratta di conoscere la figura della coda per questo istante, si potrà riguardarle come quantità cognite e costanti. Non resta dunque, che esprimere  $x' y'$  in funzione dei dati del problema.

b.

Per tal fine consideriamo il movimento assoluto della particella **M** nello spazio durante l'intervallo  $\tau$ . Supponiamo di più che questo intervallo di tempo sia abbastanza breve, e il movimento di **M** abbastanza regolare per poter far uso della serie di Taylor. Essendo dunque  $x', y'$  per il tempo  $t$  ciò che erano  $x'_0, y'_0$  per il tempo  $t - \tau$ , avremo

$$\left. \begin{aligned} x' &= x'_0 + \left(\frac{dx'}{dt}\right)_0 \tau + \left(\frac{d^2 x'}{dt^2}\right)_0 \frac{\tau^2}{1.2} + \dots \\ y' &= y'_0 + \left(\frac{dy'}{dt}\right)_0 \tau + \left(\frac{d^2 y'}{dt^2}\right)_0 \frac{\tau^2}{1.2} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Siano ora, per l'istante  $t - \tau$ ,  $p_0$ ,  $q_0$  le velocità del punto  $M$  secondo le direzioni degli assi  $x$ ,  $y$ : avremo

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_0 = p_0, \quad \left(\frac{dy}{dt}\right)_0 = q_0. \quad (3)$$

Per questo medesimo istante poi i secondi coefficienti differenziali  $\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)_0$ ,  $\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_0$  potranno essere espressi dalle componenti secondo gli assi della forza sotto il cui impulso si muove il punto  $M$ . Questa forza risulterà dall'azione del Sole combinata con quella del nucleo. Or l'azione del Sole sopra  $M$  per l'istante  $t - \tau$  potrà esser espressa da una funzione qualsivoglia della distanza  $-F(r'_0)$ , funzione incognita, ma che potremo supporre continua e regolare durante l'intervallo  $\tau$ . Le sue componenti secondo gli assi saranno

$$-F(r'_0) \frac{x'_0}{r'_0}, \quad -F(r'_0) \frac{y'_0}{r'_0}.$$

Similmente l'azione del nucleo sopra  $M$  potrà essere espressa dalla funzione incognita  $-\Phi(\rho_0)$  della distanza di  $M$  al nucleo. Le componenti sue saranno

$$\Phi(\rho_0) \frac{x_0 - x'_0}{\rho_0}, \quad \Phi(\rho_0) \frac{y_0 - y'_0}{\rho_0},$$

dove è  $\rho_0^2 = (x_0 - x'_0)^2 + (y_0 - y'_0)^2$ .

Ammettendo dunque che nessuna altra forza operi su  $M$ , salvo quelle provenienti dal Sole e dal nucleo; le forze acceleratrici da cui  $M$  è spinto all'istante  $t - \tau$  nella direzione dei due assi saranno

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)_0 &= \Phi(\rho_0) \frac{x_0 - x'_0}{\rho_0} - F(r'_0) \frac{x'_0}{r'_0} = P_0 \\ \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_0 &= \Phi(\rho_0) \frac{y_0 - y'_0}{\rho_0} - F(r'_0) \frac{y'_0}{r'_0} = Q_0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$P, Q$  esprimendo queste stesse forze per un tempo qualunque. Noi avremo ancora, adottando la notazione simbolica di Lagrange,

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{d^2 x'}{dt^2}\right)_0 &= \left(\frac{d^2 P}{dt^2}\right)_0 = P'_0, & \left(\frac{d^2 y'}{dt^2}\right)_0 &= \left(\frac{d^2 Q}{dt^2}\right)_0 = Q'_0, \\ \left(\frac{d^4 x'}{dt^4}\right)_0 &= \left(\frac{d^4 P}{dt^4}\right)_0 = P''_0, & \left(\frac{d^4 y'}{dt^4}\right)_0 &= \left(\frac{d^4 Q}{dt^4}\right)_0 = Q''_0. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

e così di seguito. Surrogando ora le espressioni (3), (4), (5) nelle equazioni (2), si trova

$$\left. \begin{aligned} x' &= x'_0 + p_0 \tau + P_0 \frac{\tau^2}{1.2} + P'_0 \frac{\tau^3}{1.2.3} + \dots \\ y' &= y'_0 + q_0 \tau + Q_0 \frac{\tau^2}{1.2} + Q'_0 \frac{\tau^3}{1.2.3} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Per tal modo le coordinate di  $M$  pel tempo  $t$  sono espresse in funzione delle coordinate, della velocità e delle forze acceleratrici dello stesso  $M$  corrispondenti al tempo  $t - \tau$ . E l'unica variabile nei secondi membri è l'intervallo corrente  $\tau$ .

## 5.

Consideriamo il caso particolare, in cui questo intervallo comincia all'istante della separazione della particella  $M$  dal nucleo della Cometa. Le dimensioni del nucleo sono sempre così piccole, che noi le potremo trascurare, e supporre, che le coordinate di  $M$  al principio dell'intervallo  $\tau$  fossero identiche a quelle che avea il nucleo nel medesimo istante. Si potrà dunque fare in questo caso,

$$x_0 = x'_0, \quad y_0 = y'_0.$$

Siano di più  $\alpha, \beta$  le componenti della velocità iniziale di pro-



jezione, con cui l'elemento  $M$  è stato proiettato fuori dal nucleo: si avrà

$$p_0 = \alpha + \left(\frac{dx}{dt}\right)_0, \quad q_0 = \beta + \left(\frac{dy}{dt}\right)_0 :$$

cioè la velocità iniziale di  $M$  sarà composta della velocità propria del nucleo (e comune ad  $M$ ), sommata con la velocità di ejezione. Le equazioni (6) diventeranno

$$\left. \begin{aligned} x' &= x_0 + \alpha\tau + \left(\frac{dx}{dt}\right)_0 \tau + P_0 \frac{\tau^2}{2} + P'_0 \frac{\tau^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots \\ y' &= y_0 + \beta\tau + \left(\frac{dy}{dt}\right)_0 \tau + Q_0 \frac{\tau^2}{2} + Q'_0 \frac{\tau^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Egli è qui a notarsi, che avendo posto  $y_0 = y'_0$ ,  $x_0 = x'_0$ , la prima parte delle espressioni (4) di  $P_0$ ,  $Q_0$  prende una forma indeterminata: perchè i fattori  $\frac{x_0 - x'_0}{\rho_0}$ ,  $\frac{y_0 - y'_0}{\ell_0}$  diventano allora  $\frac{0}{0}$ . Ma si può osservare, che questi fattori esprimono i coseni degli angoli che la direzione della azione del nucleo sopra  $M$  fa cogli assi delle coordinate. Questa direzione sarà, nell'istante dell'ejezione, esattamente opposta a quella della velocità di proiezione, le cui componenti sono  $\alpha$ ,  $\beta$ . Dunque ponendo  $\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} = \gamma$ , si avrà inizialmente

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= -\Phi(\rho_0) \frac{\alpha}{\gamma} - F(r_0) \frac{x_0}{r_0} \\ Q_0 &= -\Phi(\ell_0) \frac{\beta}{\gamma} - F(r_0) \frac{y_0}{r_0} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Si ha del resto in virtù della serie di Taylor, per il movimento del nucleo,

$$x_0 = x - \frac{dx}{dt} \tau + \frac{d^2x}{dt^2} \frac{\tau^2}{1 \cdot 2} - \frac{d^3x}{dt^3} \frac{\tau^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots$$

$$y_0 = y - \frac{dy}{dt} \tau + \frac{d^2 y}{dt^2} \frac{\tau^2}{1.2} - \frac{d^3 y}{dt^3} \frac{\tau^3}{1.2.3} + \dots$$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_0 = \frac{dx}{dt} - \frac{d^2 x}{dt^2} \tau + \frac{d^3 x}{dt^3} \frac{\tau^2}{1.2} - \dots$$

$$\left(\frac{dy}{dt}\right)_0 = \frac{dy}{dt} - \frac{d^2 y}{dt^2} \tau + \frac{d^3 y}{dt^3} \frac{\tau^2}{1.2} - \dots$$

Avendo riguardo a queste espressioni, la sostituzione delle (8) nelle (7) ci dà

$$x' = x + \alpha \tau - \frac{\tau^2}{2} \left\{ \frac{d^2 x}{dt^2} + \Phi(\rho_0) \frac{\alpha}{\gamma} + F(r_0) \frac{x}{r_0} \right\} + \dots$$

$$y' = y + \beta \tau - \frac{\tau^2}{2} \left\{ \frac{d^2 y}{dt^2} + \Phi(\rho_0) \frac{\beta}{\gamma} + F(r_0) \frac{y}{r_0} \right\} + \dots$$

In luogo di  $\frac{d^2 x}{dt^2}$ ,  $\frac{d^2 y}{dt^2}$  possiamo surrogare le componenti della gravitazione universale, che esprimeremo con  $-\frac{k^2 x}{r^3}$ ,  $-\frac{k^2 y}{r^3}$  secondo la notazione di Gauss: così si avrà

$$\left. \begin{aligned} x' &= x + \alpha \tau + \frac{\tau^2}{2} \left\{ \frac{k^2 x}{r^3} - \Phi(\rho_0) \frac{\alpha}{\gamma} - F(r_0) \frac{x}{r_0} \right\} + \dots \\ y' &= y + \beta \tau + \frac{\tau^2}{2} \left\{ \frac{k^2 y}{r^3} - \Phi(\rho_0) \frac{\beta}{\gamma} - F(r_0) \frac{y}{r_0} \right\} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Finalmente la sostituzione di questi valori di  $x'$ ,  $y'$  nelle (1) darà le coordinate di M riferite al raggio vettore ed alla sua perpendicolare;

$$\left. \begin{aligned} r\xi &= (\alpha x + \beta y) \tau + \left\{ \frac{k^2}{r} - \Phi(\rho_0) \frac{\alpha x + \beta y}{\gamma} - F(r_0) \frac{r^2}{r_0} \right\} \frac{\tau^2}{2} + R \tau^3 \\ r\eta &= (\alpha y - \beta x) \tau - \Phi(\rho_0) \frac{\alpha y - \beta x}{\gamma} \frac{\tau^2}{2} + S \tau^3 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

dove i termini  $R\tau^2$ ,  $S\tau^3$  esprimono la somma delle parti moltiplicate per i cubi e per le potenze superiori di  $\tau$ .

## 6.

Supponiamo al presente, che un altro elemento  $M$ , della coda si separi dal nucleo contemporaneamente ad  $M$ , ma dal lato opposto, e colla stessa velocità iniziale. Noi otterremo per  $M$ , le coordinate corrispondenti  $\xi$ ,  $\eta$  cambiando i segni di  $\alpha$  e di  $\beta$ . Così per il nuovo elemento sarà

$$r\xi = -(\alpha x + \beta y)\tau + \left\{ \frac{k^2}{r} + \Phi(\rho_0) \frac{\alpha x + \beta y}{\gamma} - F(r_0) \frac{r^2}{r_0} \right\} \frac{\tau^2}{2} + R\tau^3;$$

$$r\eta = -(\alpha y - \beta x)\tau + \Phi(\rho_0) \frac{\alpha y - \beta x}{\gamma} \frac{\tau^2}{2} + S\tau^3$$

essendo  $R$ ,  $S$ , simboli analoghi a  $R$ ,  $S$ . Facendo la semisomma delle coordinate  $\xi$ ,  $\xi$ , e  $\eta$ ,  $\eta$ , si avranno le coordinate della curva seguita da un punto che si trova al mezzo della distanza fra  $M$ ,  $M$ . Chiamando  $X$ ,  $Y$  queste coordinate, verrà

$$\left. \begin{aligned} rX &= \left\{ \frac{k^2}{r} - F(r_0) \frac{r^2}{r_0} \right\} \frac{\tau^2}{2} + \frac{1}{2} (R + R_1) \tau^3 \\ rY &= \frac{1}{2} (S + S_1) \tau^3. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Se ora osserviamo, che

$$r_0 = r - \frac{dr}{dt} \tau + \frac{d^2 r}{dt^2} \frac{\tau^2}{2} - \dots$$

$$F(r_0) = F(r) - F'(r) \frac{dr}{dt} \tau + F'(r) \frac{d^2 r}{dt^2} \frac{\tau^2}{2} - \dots$$

$$+ F''(r) \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 \frac{\tau^3}{2} - \dots$$

$$\frac{1}{r_0} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r^2} \frac{dr}{dt} \tau - \frac{1}{r^3} \frac{d^2 r}{dt^2} \frac{\tau^2}{2} + \frac{1}{r^3} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 \tau^2 - \dots$$

si vedrà, esser permesso di cambiare  $F(r_0)$  e  $\frac{1}{r_0}$  in  $F(r)$  e  $\frac{1}{r}$  negli sviluppi (11) purchè s'intendano rigettati sopra  $\frac{1}{2}(R+R_0)\tau^2$  e  $\frac{1}{2}(S+S_0)\tau^3$  i termini ulteriori delle serie precedenti, che producono in (11) delle parti moltiplicate per  $\tau^3, \tau^4, \dots$ . Noi possiamo dunque scrivere

$$\left. \begin{aligned} rX &= \left\{ \frac{k^2}{r} - rF(r) \right\} \frac{\tau^2}{2} + R_0 \tau^3; \\ rY &= S_0 \tau^3. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Eliminando  $\tau$  fra queste due equazioni si otterrebbe una equazione fra le coordinate  $X, Y$  dei punti della curva seguita dai punti di mezzo delle distanze fra le successive coppie d'elementi  $M$  e  $M_0$ , che vengono continuamente e contemporaneamente eiettate dal nucleo con velocità  $\alpha, \beta$  e  $-\alpha, -\beta$  secondo gli assi. Alla costruzione di questa curva non si fa qui luogo, non volendo limitare i risultati con ipotesi più o meno plausibili, ma sempre incerte.

## 7.

Una prima conseguenza delle formule generali (12) è questa. Se dividiamo la seconda di queste equazioni per la prima, troveremo che il rapporto  $\frac{Y}{X}$  contiene come fattore la prima potenza di  $\tau$ : per modo che facendo  $\tau$  di mano in mano più piccolo, vale a dire accostandosi di più in più al nucleo, questo rapporto convergerà verso zero. Onde segue, che la curva dei punti  $X, Y$  sarà tangente al raggio vettore presso l'origine della coda.

Or supponiamo, che tutt'intorno dal nucleo si distacchino delle particelle dotate di velocità opposte nei lati opposti, ma eguali di valore assoluto; le curve medie fra le curve opposte corrispondenti, cioè a dire tutte le curve (12) saranno tangenti al raggio vettore nelle vicinanze del nucleo. Per conseguenza la curva media fra tutte le medie lo sarà anche. Ora è appun-

to questa curva media fra le medie, che si può riguardare come la determinante della direzione e della curvatura della coda. Dunque la coda dovrà, alla sua radice, seguire il prolungamento del raggio vettore.

Noi abbiamo però supposto, che l'emissione delle particelle della coda si faccia in modo simetrico tutt'intorno al nucleo. Questo dee verificarsi in molte Comete, almeno per quanto è permesso di giudicare dalle apparenze. Ma è facile vedere che la condizione precedente non è sempre necessaria. Supponiamo per esempio, che nelle parti del nucleo situate dalla parte del prolungamento del raggio vettore, la velocità d'emissione sia nulla, cioè che non vi sia punto emissione. Questo produrrà una striscia oscura lungo l'asse della Cometa - ma dalle altre parti l'emissione si farà egualmente, e gli orli laterali della coda si prolungheranno nello spazio come l'avrebbero fatto nel caso precedente, e daranno per la coda la medesima direzione generale.

Per le code molto strette in comparazione della loro lunghezza, e la cui apparenza si riduce a quella di un fletto luminoso, è naturale di supporre che la velocità d'eiezione sia quasi nulla, perchè la larghezza della coda dipende in gran parte da questa velocità. Allora si può fare  $\alpha = 0$ ,  $\beta = 0$ , il che riconduce immediatamente le equazioni (10) alla forma (12) e genera le stesse conclusioni.

Nei casi particolari assai poco frequenti, in cui le ipotesi precedenti non possono venire ammesse, come quando vi sono dei getti luminosi ed in generale delle asimetrie notabili nella testa della Cometa, queste conclusioni non sono più di tutto rigore. Ma se nondimeno si attende al fatto, che dei movimenti molto grandi di questi getti, e di questi settori, e delle rivoluzioni considerabili del nucleo non han mai esercitato un'influenza ben sensibile sulla direzione della coda, siccome l'istoria di più Comete, e specialmente le osservazioni sulla gran Cometa di Donati dimostrano: saremo condotti a conchiudere, che queste accidentalità dei nuclei, le cui variazioni occupano sempre uno spazio piccolissimo in comparazione delle dimensioni della coda, non possono avere una influenza molto considerabile sopra la direzione generale di quest'ultima.

Se consideriamo la serie dei ragionamenti che precedono, si vede che un solo punto della lor base è ipotetico: vale a dire là dove noi abbiamo supposto nulla l'azione reciproca delle diverse parti della coda fra di loro. Egli sarebbe quasi impossibile tenerne conto: ma si può affermare, che la sua azione sopra la direzione generale della coda è nulla. Infatti se esaminiamo gli effetti delle attrazioni o ripulsioni della coda sopra l'elemento  $M$ , si vede che potremo rappresentarli per mezzo di una forza unica risultante di una infinità d'azioni parziali. Si può decomporre questa forza in due; l'una nella direzione che va al nucleo, l'altra perpendicolare alla prima. la forza che tende al nucleo può essere considerata come faciente parte dell'azione stessa del nucleo, o di  $\Phi(p)$ . Le formule (12) mostrano che il suo effetto sopra la direzione della coda è nullo. Quante alla forza che opera perpendicolarmente alla direzione della coda, essa agirà in senso opposto nelle parti opposte di una stessa sezione trasversale della coda: onde segue che il suo effetto sarà di allargarla o di restringerla. Ma nei punti situati presso l'asse della coda questa azione trasversale sarà nulla: cioè la direzione dell'asse non ne verrà mutata, e nulla dovrà modificarsi alle conclusioni che precedono.

Esaminando le teorie fondate sopra delle ipotesi particolari rispetto alla natura delle forze che operano sulle particelle della coda, si trova ch'esse conducono tutte al medesimo risultato. La costruzione data da Newton onde trovare il tempo impiegato dalle parti della coda nella loro ascensione (Principi, Libro III, prop. XLI.) suppone necessariamente che la coda sia, alla sua origine, tangente al raggio vettore della Cometa. La teoria strana e pur elegante di Lehmann (\*) si accorda in questo colle altre. Finalmente se nelle formule (10)

(\*) *Disquisitiones mechanicae de origine caudarum Cometarum. Göttingae, 1822.* L'Autore considera semplicemente le code come grandi maree dell'atmosfera cometica. Egli è vero che in tale ipotesi dovrebbe ogni Cometa aver due code, l'una rivolta al Sole, l'altra opposta. L'Autore scioglie il nodo supponendo che il centro di gravità del nucleo si trovi posto molto più presso al Sole che il centro di figura del medesimo. Allora la coda anteriore, trovandosi più potentemente attratta dal nucleo, non potrebbe sollevarsi alla prodigiosa altezza della coda posteriore.

del già addotto lavoro di Bessel (A. N. Vol. XIII. n.° 301, §. 10.) si sostituiscono per  $G$ ,  $F$  due valori differenti di  $180^\circ$ , e dei valori eguali e di egual segno per  $f$ ,  $g$ , e se si fa la semisomma dei valori di  $\xi$ ,  $\eta$  così ottenuti, si giungerà a delle espressioni analoghe a quelle date sopra per  $X$  ed  $Y$ , onde si potranno trarre delle conseguenze identiche. Dunque sembra dimostrato, almeno per quanto lo si può fare in un soggetto sì poco accessibile all'analisi matematica, che sotto l'influenza del Sole e del nucleo, ed anche avendo riguardo alle azioni reciproche delle parti della coda, la direzione iniziale dovrebbe essere esattamente opposta al Sole, qualunque del resto sia la natura delle forze che entrano in campo (\*).

## 8.

Le equazioni (12) poi sono proprie a fornirci degli schiarimenti non solo intorno alla direzione della coda, ma eziandio intorno all'andamento della sua curvatura nelle parti non troppo lontane dal nucleo. Sia difatti preso  $r$  abbastanza piccolo, perchè il termine  $R_{11}r^3$  possa trascurarsi a confronto del termine in  $r^2$ . Allora sarà

$$rX = \frac{1}{2} \left\{ \frac{k^2}{r} - rF(r) \right\} r^2; \quad rY = S_1 r^2; \quad (13)$$

onde eliminando  $r$ ,

$$rX = \frac{1}{2} \left\{ \frac{k^2}{r} - rF(r) \right\} \left( \frac{r}{S_1} \right)^{\frac{2}{3}} Y^{\frac{2}{3}}.$$

Dal che si vede, che nelle vicinanze del nucleo la curvatura

(\*) Non vi ha che un caso, il quale faccia eccezione alle conclusioni precedenti: ed è quando nelle (12) si ha  $\frac{k^2}{r} - rF(r) = 0$ , cioè  $-F(r) = -\frac{k^2}{r^2}$ . Allora l'azione del Sole sopra le particelle della coda si riduce alla pura gravitazione universale, e non è più possibile la formazione di una coda in una determinata direzione, a meno di supporre nel nucleo una forza di eiezione veramente straordinaria predominante in un senso più che negli altri.

della coda dee essere simile a quella delle parabole cubiche di 2.<sup>a</sup> specie, dette anche parabole di Neil dal nome di chi primo insegnò a rettificarle. Così è confermato e generalizzato il risultato analogo trovato da Bessel ( §. 13 della citata Memoria ) nel caso speciale della sua ipotesi.

Quando  $\frac{k^2}{r} - rF(x) < 0$ , la prima delle equazioni. (13) dà  $X$  negativo. In questo caso adunque la coda sarebbe diretta verso il Sole. La storia delle Comete offre parecchi esempi di un simile fenomeno.

Il raggio di curvatura della parabola espressa da  $y = ax^{\frac{2}{3}}$  è dato da

$$\frac{4}{3} \left( 1 + \frac{9}{4} a^2 x \right)^{\frac{1}{2}} \frac{\sqrt{x}}{a};$$

esso è nullo per  $x=0$ , e cresce rapidamente con  $x$ . Dunque la curvatura delle code cometiche dovrebbe esser massima all'origine, e diminuire col crescere della distanza da questa: altra conseguenza indipendente da ogni ipotesi e che conviene verificare colle osservazioni. Riserviamo questo compito per la seconda parte del nostro discorso.

( continua )



SULLA POLIEDRIA DELLE FACCE DEI CRISTALLI;  
PER ARCANGELO SCACCHI (1).

Il valore costante degli angoli diedri dei cristalli, ed il rapporto semplice tra le lunghezze degli assi dello stesso nome incontrati dalle diverse specie di facce del medesimo cristallo, sono i due fatti fin ora dai naturalisti ammessi come equivalenti

(1) Sunto di Memoria inedita fatta dall'Autore.



a due leggi fondamentali della cristallografia. Nondimeno i cristallografi esercitati nell'uso del goniometro a riflessione, han dovuto accorgersi, siccome le moltissime volte è avvenuto a me stesso di osservare, che le facce speculari dei cristalli spesso danno due o più immagini degli oggetti veduti per luce riflessa, le quali immagini sono soltanto separate da brevissime distanze. Questa sola osservazione manifestamente dichiara che la medesima specie di faccia può avere due o più posizioni fra loro diverse, e che però la prima legge, fondata sulla costanza degli angoli diedri, ha in realtà le sue eccezioni che importa conoscere ed esattamente precisare nel loro giusto valore. Quando, per esempio, sulle facce del cubo della fluorina vi sono quattro faccette  $n, n', n'', n'''$ , (*Tav. V. fig. 1.*) riunite in piramide, e gli angoli diedri da esse formati sono variabili e soltanto di pochi gradi minori di  $180^\circ$ , due soli modi trovo possibili per intendere ed esprimere questo fatto. O che vi sieno cioè nella fluorina le faccette  $n$  anomale e ricalcitranti alle leggi fondamentali della cristallografia, o che ciascuna faccia del cubo della fluorina potesse variare di posizione nelle quattro direzioni indicate dalle faccette  $n$ . Seguirò senza esitare la seconda maniera senza molto badare se essa si accordi col concetto geometrico che abbiamo delle forme cristalline, o con la elegante teoria dei ranghi decrescenti di molecole nella formazione dei cristalli. Dappoichè son questi modi d'intendere e di vedere i fenomeni cristallografici da noi stessi escogitati senza la presunzione di obbligare natura ad abbassarsi ed accomodare le sue operazioni alla nostra corta intelligenza. È pure probabile che io non abbia saputo innalzarmi sino alla sua misteriosa grandezza nella maniera come ho concepito i fatti di cui prendo a trattare; ma non temo ingannarmi se credo che la esatta conoscenza di questi fatti, sin ora ignorati o mal conosciuti, sia per i naturalisti di notevole importanza, perchè essi non nascono da difetto, ma da proprietà naturale dei cristalli.

Diremo dunque che una medesima specie di faccia possa avere nei cristalli diverse situazioni, e per conseguenza che possa ripetersi più volte variamente situata tra certi limiti, che per cagioni fin ora ignote possono divenire più ampt o più ristretti. Questo fenomeno distinguerò col nome di *polyedria*, parola che

semplicemente esprime il fatto quale ai nostri occhi si manifesta, senza comprendere alcuna maniera d'interpretarlo.

Parte 1.<sup>a</sup> — *Poliedria nelle direzioni di due o più zone.*

*Fluorina.* Le facce del cubo dei cristalli di fluorina spesso si veggono divise in quattro triangoli (fig. 1.)  $n, n', n'', n'''$ , i quali formano piramide ottusissima che ha per base la stessa faccia del cubo. Tali piramidi si osservano frequentissime nei cristalli gemini, talchè di raro ho veduto cristalli gemini che non avessero alcun segno delle medesime, ed al contrario nei cristalli semplici poche volte mi è avvenuto di osservarle, nè mai così distinte come nei primi. In nove delle più nitide piramidi di cristalli gemini provenienti dal Northumberland e dal Derbyshire ho trovato gli angoli diedri  $nn', nn''$  ec. variare tra  $173^{\circ} 23'$  e  $178^{\circ} 55'$ . E questa osservazione per se stessa mostra che le faccette  $n$  non si possono sommettere alle note leggi cristallografiche, mentre ci dà pure una giusta idea delle direzioni e dei limiti tra i quali le facce del cubo della fluorina deviano dalla loro posizione regolare. La condizione più importante che accompagna la poliedria dei cristalli di fluorina è il trovarsi il vertice delle piramidi formate dalle faccette  $n$  corrispondere esattamente col punto in cui gli spigoli  $eo, e'o'$ , (fig. 2.) di un cristallo vanno ad incontrarsi con l'altro cristallo. Quindi è che negli stessi cristalli gemini poliedrici le facce nelle quali non va ad impiantarsi alcuno spigolo dell'altro cristallo, siccome avviene per la faccia C, d'ordinario non sono affatto poliedriche.

*Solfato di manganese e potassa della formola  $4\text{SuO}^3, \text{MnO}, 2\text{KaO}, 3\text{HO}$ .* I nitidi cristalli trimetrici ortogonali (fig. 3.) di questa novella sostanza artificiale, per la prima volta, son circa quattro anni, mi aprirono la strada a rintracciare i fenomeni di poliedria, persuadendomi non essere difetto, ma particolare proprietà dei cristalli la variabile situazione delle loro facce (Veggasi il Giambattista Vico, fasc. 6, Giugno 1857). In essi la faccia B suol essere divisa in quattro parti  $n, n', n'', n'''$  che formano piramide ottusissima; ed oltre all'essere variabile si l'inclinazione di  $n$  sopra  $n'$  che di  $n'$  sopra  $n''$ , si ha costantemente che l'angolo, il quale misura la prima, è maggiore dell'ango-

lo che misura la seconda inclinazione. Val quanto dire che gli spostamenti della faccia B nel senso della zona in cui si trovano A e B è sempre sensibilmente minore degli spostamenti che essa patisce nel senso dell'altra zona ortogonale con la prima in cui si trovano C e B. In molti cristalli esaminati ho trovato l'angolo diedro formato da  $n$  sopra  $n'$  variabile tra  $179^\circ 17'$  e  $179^\circ 41'$  e l'altro angolo di  $n'$  sopra  $n''$  tra  $177^\circ 15'$  e  $179^\circ 4'$ . Avendo fatto variare le condizioni nelle quali si producono i cristalli di questo solfato doppio con l'idea di conoscere da quali cagioni dipenda la poliedria della faccia B, i risultamenti delle mie indagini non sono riusciti del tutto soddisfacenti. Nondimeno mi sono assicurato che i medesimi cristalli nei quali esistevano ben distinte e prominenti le piramidi, continuando essi ad ingrandirsi, spesso queste sono divenute più ottuse o sono scomparse del tutto; ed in altri cristalli nei quali delle medesime piramidi non appariva alcun segno, esse si sono manifestate dopo maggiore ingrandimento.

*Tartrato acido di strontiana trimetrico ortogonale.* Nei cristalli di questa sostanza in luogo della faccia B (fig. 4.) vi sono due faccette  $n, n'$  congiunte con angolo diedro ottusissimo in uno spigolo che scende obbliquamente da destra a sinistra. Nella parte posteriore del cristallo vi sono due somiglianti faccette che s'incontrano nell'altro spigolo la cui direzione è rappresentata dalla linea divisa in tratti; e però le direzioni dei due spigoli s'incrociano come avviene per gli spigoli opposti dei tetraedri. Questa condizione era da attendersi in una specie di tartrato, essendo volgarmente noto che i tartrati in generale hanno il particolare carattere di cristallizzare con forme emiedriche. E la importanza del caso di cui ci occupiamo sta appunto in questo, che in esso la poliedria delle facce B segue invariabilmente la legge di emiedria distintiva dei tartrati, stando sempre, secondo la situazione rappresentata dalla figura, una delle faccette  $n$  superiormente a sinistra e l'altra inferiormente a destra, mentre mancano le altre due faccette  $n$  che a compimento di simmetria vi dovrebbero essere. D'ordinario le facce di questi cristalli mancando di nitidezza, non è facile avere dei medesimi esatte misure goniometriche; non pertanto in sette cristalli tra i moltissimi osservati, nei quali ho potuto avere le imma-

gini riflesse discretamente nitide ho trovato la posizione di  $\pi$  deviata da quella di  $n'$  di  $1^\circ 56'$ ,  $2^\circ 26'$ ,  $2^\circ 36'$ ,  $2^\circ 36'$ ,  $2^\circ 38'$ ,  $2^\circ 47'$ ,  $3^\circ 29'$ .

*Cabasia.* Le facce  $r$  (fig. 5.) dei romboedri della cabasia, mentre quasi sempre mostrano diverse immagini degli oggetti veduti per luce riflessa, il più delle volte non lasciano ravvisare chiaramente quale sia il carattere della loro poliedria. E son rari i casi nei quali si riconosce essere le facce  $r$  divise in quattro faccette  $p, p', q, q'$ , che formano piramide a base rombica ottusissima ed obliqua; perchè le due faccette  $p, p'$  contigue agli spigoli culminanti del romboedro deviano dalla regolare posizione di  $r$  assai più delle altre faccette  $q, q'$  contigue agli spigoli laterali. Alcuni cristalli di Russig, oltre le facce  $r$  che non sembrano deviate dalla loro regolare posizione, mi hanno presentato le faccette  $p$  ciascuna suddivisa in quattro o cinque faccette minori. In uno di essi ho trovato la faccetta  $p$  più vicina a  $r$  deviare da questa di  $1^\circ 18'$ , e la faccetta  $p$  più lontana deviare di  $11^\circ 51'$ . In altri tre cristalli ho trovato rispettivamente le minori deviazioni di  $1^\circ 10'$ ,  $1^\circ 14'$ ,  $1^\circ 24'$ , e le deviazioni maggiori di  $6^\circ 17'$ ,  $4^\circ 2'$ ,  $7^\circ 14'$ . Queste osservazioni fanno presumere che alcune faccette  $p$  potessero appartenere a particolari specie di romboedri i cui simboli non si scostano notevolmente dalla ordinaria semplicità propria delle forme cristalline. Abbiamo in fatto che i simboli 051, 061, 071, 081, 091, riferiti alla faccetta  $p$  danno rispettivamente  $rp = 11^\circ 5'$ ,  $9^\circ 18'$ ,  $8^\circ 1'$ ,  $7^\circ 2'$ ,  $6^\circ 16'$ . Avremo occasione di tornare in seguito su tale argomento, e però ci basta di averlo soltanto accennato. Rimettendo alla lettura della Memoria originale la conoscenza di altri particolari sulla poliedria dei cristalli di cabasia, farò osservare che gli spostamenti delle facce  $r$  mentre succedono nel senso di due zone, molto diverso è il grado di spostamento nelle direzioni opposte di ciascuna zona, essendo assai maggiore dalla parte degli spigoli culminanti. La qual cosa non deve recar meraviglia per i caratteri geometrici e fisici del romboedro, in cui gli angoli diedri culminanti non sono nelle medesime condizioni dei laterali.

*Solfato potassico.* Nella figura 6. è rappresentata la forma dei cristalli semplici di solfato potassico quale possiamo considerarla nello stato di maggiore regolarità. Assai spesso essi sono

geminati, corrispondendo i piani di geminazione alle facce *e* ovvero alle facce *e*<sub>1</sub>, e si hanno tutte le possibili combinazioni derivanti sia dal geminarsi per ciascuna delle due specie di facce isolatamente, sia dall'unirsi nello stesso gruppo geminato la geminazione per *e* con l'altra per *e*<sub>1</sub>. Nelle figure 7. e 8. ho rappresentato due casi di geminazione, che importa particolarmente conoscere per quel che dovrò in seguito esporre. Nei cristalli disegnati con la figura 7. è facile riconoscere l'unione di tre cristalli A, A', A'' geminati per le facce *e* ed in quelli della figura 8, quantunque le facce sieno disposte come nei cristalli semplici, la sutura BCB'', rappresentata da una linea interrotta di tratti e punti, che gira esattamente intorno ad un piano parallelo alla faccia *e* dimostra, senza alcun dubbio che in essi ancora vi sia geminazione. La loro vera condizione si è di essere trigemini con l'apparenza di cristalli semplici, dappoichè dei tre cristalli geminati, due essendosi uniti a due facce parallele *e*, *e'* (fig. 6.) del terzo cristallo medio, i due primi soltanto hanno potuto ingrandirsi in altezza. Quindi è che soltanto essi appaiono dopo l'ingrandimento, ed essi si trovano talmente situati che gli assi dell'uno sieno paralleli con gli assi dello stesso nome dell'altro. Quanto al cristallo di mezzo non avendo potuto ingrandirsi in altezza, perchè impedito dai due primi, si è ridotto ad una laminetta sottile o anche impercettibile, conservando la medesima piccola altezza che aveva nell'atto della geminazione. Questa maniera di geminazione chiameremo in seguito *duplicata*.

Prima di passare innanzi importa aver presenti le principali misure goniometriche dei cristalli di solfato potassico che qui riporto, calcolate su quelle rinvenute dal Mitscherlich, le quali ho preferito alle mie proprie misure, perchè sono da molti anni conosciute, e le piccole differenze con le misure da me trovate sono necessaria conseguenza dei fenomeni di poliedria.

A sopra <i>e</i> = 150° 42'	A sopra <i>e</i> <sub>1</sub> = 130° 18'	C sopra <i>m</i> = 125° 50'
B " <i>e</i> <sub>1</sub> = 149 48	B " <i>e</i> = 119 48	C " <i>u</i> <sub>1</sub> = 125 49
<i>e</i> " <i>e'</i> = 120 24	C " <i>m</i> = 145 6	<i>m</i> " <i>m'</i> = 131 8
<i>e</i> <sub>1</sub> " <i>e</i> <sub>1</sub> ' = 119 36	C " <i>u</i> <sub>1</sub> = 145 16	<i>m</i> " <i>u</i> <sub>1</sub> = 130 42

Nei precedenti esempi di sostanze, sì naturali, che artefatte,

abbiamo fin ora esaminato i fenomeni di polledria in quei cristalli le cui facce dando due o più immagini degli oggetti veduti per luce riflessa già manifestano il variare delle medesime senza il soccorso del goniometro a riflessione. Nondimeno era necessario assicurarsi con esatti esperimenti se anche nei cristalli, le cui facce nitidissime non riflettono abitualmente che una sola immagine, andassero queste soggette a variazioni nella loro posizione. Ed ho creduto non dovere trascurare d'istituire questa specie di ricerche nei gruppi geminati dei cristalli di solfato potassico, perchè avendo non pochi dei medesimi di rara nitidezza, mi lusingavo nel tempo stesso di poter conoscere se i piani di geminazione patissero ancor essi quella instabilità che veggiamo nelle facce dei cristalli. Facendo specchio delle facce  $e_1, e_1'; e_1, e_1''; e_1', e_1''$  che nei cristalli geminati della figura 7. di poco si scostano dal coincidere in un medesimo piano, il fatto mi dimostrava che le distanze delle due immagini erano nei diversi casi notevolmente diverse. Quindi era chiaro che se avessi trovato invariabile l'inclinazione di  $e_1$  sopra  $e_2, e_1'$  sopra  $e_2', e_1''$  sopra  $e_2''$ , la differenza indubitabile che appariva fra le deviazioni  $e_1, e_1', e_1, e_1'', e_1', e_1''$  sarebbe divenuta chiara dimostrazione della incostanza dei piani di geminazione. Dalle misure goniometriche di sopra riferite calcolando le deviazioni dal medesimo piano delle facce  $e_1$  appartenenti ai diversi cristalli A, A', A'', si hanno due deviazioni di  $0^\circ 48'$  con angolo diedro prominente, ed una di  $0^\circ 24'$ , con angolo diedro rientrante. Ricordiamo pure che l'inclinazione di  $e_1$  sopra  $e_2$  dello stesso cristallo è di  $60^\circ 24'$ . Nelle misure fatte con ricercata diligenza sopra molti cristalli trigemini nitidissimi, ho trovato la inclinazione di  $e_1$  sopra  $e_2$  dello stesso cristallo variabile tra  $60^\circ 5'$  e  $60^\circ 53'$ , e per le divergenze  $e_1, e_1', e_1, e_1'', e_1', e_1''$  ho trovato che esse variavano tra  $0^\circ 7'$  ed  $1^\circ 19'$ . Rinvenuta variabile la inclinazione di  $e_1$  sopra  $e_2$  nello stesso cristallo, è chiaro che le differenze trovate nelle deviazioni dal medesimo piano per le facce  $e_1$  dei diversi cristalli del medesimo gruppo geminato, non può servire a dimostrare la incostanza dei piani di geminazione. Intanto dobbiamo avvertire che i tre cristalli della figura 7. non si possono esattamente geminare per le facce  $e$  se non nel solo caso in cui l'inclinazione di  $e$  sopra  $e''$  (fig. 6.) fosse

appuntino di  $120^\circ$ . Secondo la misura precedentemente adottata, essendo  $e$  sopra  $e''$  di  $120^\circ 24'$ , lo spazio angolare che rimane dopo l'unione dei due primi cristalli per potervisi adattare il terzo è  $119^\circ 12'$ , nel quale spazio è evidente che non si possono esattamente applicare le facce  $e, e''$  del terzo cristallo che sono inclinate di  $120^\circ 24'$ . Se dunque abbiamo cristalli trigemini di solfato potassico quali li rappresenta la figura 7. bisogna convenire di una di queste due ipotesi: o che nell'atto della geminazione le inclinazioni di  $e$  sopra  $e''$  nei tre cristallini sia esattamente di  $120^\circ$ , o che in uno dei tre contatti non vi sia esatto combaciamento delle facce  $e$ . Nella seconda ipotesi le facce  $e$  che non si combacerebbero, farebbero angolo di  $1^\circ 12'$ , e dove non avviene il perfetto contatto delle facce  $e$ , le facce  $e_1$  corrispondenti dovrebbero fare angolo diedro rientrante di  $180^\circ - 0^\circ 24'$ . In meglio di venti cristalli trigemini per tutto ben terminati che ho avuto occasione di osservare, ho trovato sempre che gli angoli di  $e_1$  sopra  $e_1'$ ,  $e_2$  sopra  $e_2''$  ed  $e_3$  sopra  $e_3''$  sono tutti prominenti. Egli è vero che la instabile posizione delle facce  $e_1$  ha potuto convertire l'angolo diedro rientrante ottusissimo in angolo diedro prominente ancor esso ottusissimo. Ma la medesima instabilità avrebbe potuto pure convertire gli angoli prominenti in angoli rientranti, ed avrebbe potuto rendere l'angolo rientrante meno ottuso di quello dato dal calcolo nella posizione regolare delle facce, ed è strano che nulla di ciò mi si fosse fin ora presentato. Dovremo dunque ritenere che i cristalli elementari nel geminarsi abbiano l'inclinazione di  $e$  sopra  $e''$  esattamente di  $120^\circ$ ? Per ora ci basta di aver fatto osservare che questa ipotesi, se non è chiaramente dimostrata, è per lo meno favorita dai particolari che troviamo nei cristalli trigemini rappresentati dalla figura 7.

Volgendoci ora ai fenomeni di poliedria apparente, nei cristalli di solfato potassico, ne troviamo assai cospicui ed ammirabili per le facce  $u$ , (fig. 6.). E tali fenomeni si manifestano con qualche differenza, ma differenza costante, paragonando la loro maniera di apparire nei cristalli semplici con quella che presentano nei cristalli geminati con geminazione duplicata (fig. 8.) In quest'ultimi la sutura BCB' corrispondente al piano di geminazione è la esatta regolatrice delle faccette  $p, q$  che na-

scione per la poliedria  $u_1$ . Si osservi che l'incontro del piano di geminazione con la faccia  $u_1$  (fig. 6.) succede in una linea esattamente parallela allo spigolo  $mu_1$ ; talchè le faccette  $p$  e  $q$ , congiungendosi appunto nella linea della sutura non solo si trovano in una medesima zona con  $m$ , ma nella stessa zona  $mpq$  si troverebbe compresa la faccia  $u_1$  se questa esistesse nel cristallo nella sua posizione regolare. Quindi è che le faccette  $p, q$  non sono simmetricamente situate nella faccia generatrice  $u_1$ , e per avervi simmetria vi dovrebbe essere un'altra faccetta  $p'$ , ed un'altra faccetta  $q'$  nella medesima zona con  $u_1$  ed  $m$ . Talchè abbiamo sì per  $p$  che per  $q$  una legge di emiedria che non mi ha mai presentato alcuna eccezione nei cristalli con geminazione duplicata. Quanto ai particolari delle medesime faccette  $p$  e  $q$ , di raro son esse piane ed il più delle volte, quando più e quando meno sono curve in due direzioni; sono leggermente curve nel senso della zona  $mpq$ , ed in questa medesima zona sono attraversate da qualche angolo diedro rientramente ottusissimo; sono pure curve con convessità alquanto maggiore nel senso approssimativamente della zona  $Bu_1$ , e sono solcate da rezzo strie trasversali alla stessa zona come si scorge nella figura. Egli è però che facendo specchio di entrambe le faccette  $p$ , e  $q$  e muovendole sì nel verso della prima che della seconda zona, si osserva succedersi molte immagini degli oggetti veduti per luce riflessa, alcune ben distinte, altre più o meno tra confuse e distinte. Nei nitidi cristalli con le faccette  $p$  e  $q$  che riflettono una sola immagine ho trovato  $p, q$  variare da  $1^\circ 52'$  a  $2^\circ 34'$ . Negli altri cristalli nei quali le medesime faccette riflettono molte immagini ho trovato con le immagini più vicine la divergenza  $p, q$  variare da  $3^\circ 5'$  ad  $8^\circ 50'$ , e con le immagini più lontane risultare la medesima divergenza variabile tra  $7^\circ 15'$  e  $14^\circ 41'$ . Quale sia il carattere della poliedria delle facce  $u_1$  nei cristalli semplici, e molti altri particolari sopra i cristalli trimetrici di solfato potassico, non possono aver luogo in questo sunto.

Dalle misure goniometriche riportate in principio di questo articolo si scorge chiaramente esservi piccolissima differenza tra le inclinazioni, (fig. 6.) di  $C$  sopra  $m$  e di  $C$  sopra  $u_1$ , come pure tra le inclinazioni di  $m$  sopra  $m'$  e di  $m$  sopra  $u_1$ . E poi



chè questa piccola differenza è molto minore delle diversità che abbiain trovato nelle inclinazioni delle facce per la loro poliedria, se ne potrebbe naturalmente concludere che le condizioni geometriche delle facce  $m$  ed  $u$ , sieno affatto identiche, e differissero soltanto nei loro caratteri fisici. Val quanto dire che l'ordinaria forma dei cristalli di solfato potassico apparterebbe al sistema romboedrico se nella piramide  $m, m', u$ , non fosse la poliedria delle due facce opposte  $u$ , diversa dalla poliedria delle altre quattro facce  $m$ . Vi son pure altre differenze fisiche e non geometriche tra le facce  $m$  ed  $u$ ,; ed oltre il carattere ottico proprio dei cristalli trimetrici, è notevole la diversità tra la maniera d'ingrandirsi i cristalli nel verso delle facce  $u$ , paragonata a quella come s'ingrandiscono nel verso delle facce  $m$ . Ho trovato per tale differenza, con esperimenti i quali sarebbe fuori di proposito qui riferire, che, stando alle condizioni più ovvie, nei cristalli semplici la sovrapposizione delle molecole avviene assai più celere sulle facce  $m$  che sulle facce  $u$ ,; e nei cristalli geminati non esclusi quelli con geminazione duplicata, l'ingrandimento per le facce  $u$ , è quasi uguale o maggiore di quello per le facce  $m$ . Riserbandoci di esaminare in altro lavoro l'apparente cambiamento di sistema nei cristalli della medesima sostanza per differenza di simmetria (*polisimmetria*) o' importa ricordare che, facendo cristallizzare il solfato potassico in una soluzione che contenga sufficiente quantità di solfato sodico, si hanno cristalli nei quali scompaiono le esposte differenze tra le facce  $m$  ed  $u$ , restituendosi il tipo di simmetria proprio del sistema romboedrico, e non si manifesta che un solo asse di doppia refrazione. Nella maniera ordinaria di ottenere tali cristalli, sogliono presentare tre specie di piramidi, (*fig. 9.*), le cui facce  $n, m, t$  hanno le medesime inclinazioni sulla base  $C$  delle facce  $u, u, u$  (1) sull' analoga faccia  $C$ , (*fig. 6.*) dei cristalli con due assi di doppia refrazione. In particolari condizioni li ho ottenuti con un carattere di emiedria assai distinto siccome scorgesi nella figura 10, ed in tal caso, mentre le facce  $m$  sono nitidissime e piane, le facce alterne  $u$  sono alquanto convesse e

(1) Le facce  $u$  sono rare a trovarsi, ed esse troncano gli spigoli  $B u$ , nei cristalli rappresentati dalla figura 6.

fortemente poliedriche, del pari che abbiain vedute le facce  $\mu$ , (fig. 6.) Unitamente ai cristalli rappresentati nella figura 10. ne ho avuto altri geminati, ed in essi la poliedria delle facce  $\mu$  presso i piani di geminazione, se potesse qui essere esposta, la troveremmo non meno ammirabile di quella esaminata per le facce  $\mu$ , nei cristalli trimetrici con geminazione duplicata.

**Parte 2<sup>a</sup>. — Poliedria nelle direzioni di una sola zona.**

**Pirite.** Dalle molte specie di facce che sono nella pirite, quelle dell'ottaedro sono le più stabili, le altre facce patiscono spostamenti che non sogliono essere distinti in tutti i cristalli, e se sono poliedriche nel verso di due zone, d'ordinario in ciascun cristallo non si osserva che una sola delle due poliedrie. Si per quest' ultima condizione che per riunire insieme ciò che riguarda la pirite, ho preferito parlarne in questa seconda parte. Le facce del cubo A (fig. 12.) e del piritoadro  $\epsilon$  sono assai spesso profondamente striate parallelamente agli spigoli che fanno incontrandosi, ed esse van soggette a spostarsi dalla loro regolare posizione, secondo la zona il cui piano è perpendicolare al medesimo spigolo. Quando nei cristalli vi è l'emitetraottaedro a facce parallele  $\pi$ , che ha per simbolo  $2\bar{4}1$ , le facce del piritoadro  $\epsilon$  sono poliedriche anche secondo la zona il cui piano è normale allo spigolo  $\pi\epsilon$ . Le medesime facce  $\pi$  sono poliedriche, sia nel verso della zona che comprende le facce A ed  $\pi$ , sia dell'altra zona in cui sono allungate le facce  $\pi$  ed  $\epsilon$ , e queste due direzioni di poliedria d'ordinario non si trovano unite nelle facce del medesimo cristallo. Le facce  $\pi$ , caratterizzate dal simbolo  $2\bar{3}1$ , sono più frequenti delle  $\pi$  e sono poliedriche nel senso della zona  $m, \epsilon$ . Meno frequenti sono i suoi spostamenti nel senso dell'altra zona  $\pi, A$ , i quali sono sempre distinti quando gli spigoli  $mA$  sono troncati dalle faccette  $\pi$ .

Le facce del leucitoedro sono tra le meno ovvie a trovarsi nella pirite, e per le medesime ho osservato in un cristallo di Traversella un fatto meritevole di particolar considerazione. Essendovi nel cristallo (fig. 11.) le facce del cubo A, del piritoadro  $\epsilon$  del leucitoedro  $p$ , gli spigoli  $Ap$  sono troncati dalle faccette  $q$ , che sembrano appartenere ad un'altra specie di tra-

pezoedro diversa dal lenctbedro; e ritenendole per tali, il loro simbolo che meglio si accorda con le misure goniometriche sarebbe 7 3 3. Adottando questo simbolo, e calcolando le scambiabili inclinazioni delle facce  $p$  e  $q$  nelle loro posizioni regolari, si ha  $pp'' = p'p'' = 70^\circ 32'$ ,  $pq = p'q'$  ec.  $= 4^\circ 5'$ . Intanto ho trovato con le immagini più lontane riflesse dalle facce  $p$  l'angolo  $pp'' = 69^\circ 28'$  e  $p'p'' = 70^\circ 2'$ . Egli è però che questi angoli, essendo minori di  $70^\circ 32'$ , se le facce  $p$  sono poliedriche nel senso delle zone  $pAp''$ ,  $p'Ap''$ , lo sono nelle direzioni di  $p$  verso  $A$  e non nelle direzioni opposte. Ho poi trovato con le diverse immagini riflesse da ciascuna delle facce  $p, q, p'q'$  ec. le deviazioni  $pq = 1^\circ 11'$ ,  $3^\circ 46'$ ,  $4^\circ 37'$ ,  $5^\circ 33'$ , le deviazioni  $p'q' = 0^\circ 52'$ ,  $3^\circ 16'$ ,  $3^\circ 57'$ , le deviazioni  $p''q'' = 3^\circ 30'$ ,  $4^\circ 2'$ , e la deviazione  $p''q'' = 1^\circ 31'$ . Facendo attenzione a questi risultati paragonati con la deviazione data dal calcolo  $pq = 4^\circ 5'$ , si troverà che le facce  $p$  sono poliedriche nelle direzioni di  $p$  verso  $A$ , mentre ciascuna faccia  $q$  è poliedrica sì verso  $A$  che verso  $p$ . Convien in oltre osservare che il simbolo di  $q$ , quantunque non sia del tutto improbabile, è tale almeno che non offre la semplicità ordinaria dei simboli cristallografici; e siccome la deviazione di  $q$  verso  $p$  che si trova col calcolo di  $4^\circ 5'$  non eccede i limiti ordinari degli spostamenti che nascono dalla poliedria delle facce, ne segue che si potrebbe agevolmente ritenere non essere altro la faccetta  $q$  che la medesima faccia  $p$  deviata per poliedria. Ciò dimostra come in pratica sia talvolta difficile conoscere se una certa faccetta sia specie distinta dalle altre nella sua regolare posizione, ovvero derivi dalla poliedria di un'altra specie di faccia.

Dalle cose esposte sulla poliedria dei cristalli di pirite sarà agevole accorgersi che l'incontrarsi le facce con angoli diedri molto ottusi è condizione favorevole a farle divenire poliedriche.

*Corundo.* Pel corundo ci limiteremo ad esaminare la poliedria delle facce appartenenti ad una serie di bipiramidi esagonali, la prima delle quali  $m$ , (fig. 13) ha gli spigoli culminanti alterni troncati dalle facce del romboedro di clivaggio  $A$ , e le altre succedono al di sotto della medesima sino alle facce laterali  $q$  del prisma esagonale. Dinoteremo questa serie di faccette

con la lettera *p*, ed ecco i risultamenti delle misure goniometriche prese sopra un cristallo di zaffiro delle Indie :

N sopra <i>m, p</i>	sin.	=118°45', 113°43', 100°20', 93°9', 91°23', 90°18'
N „ <i>m, p</i>	des.	=118°46', 102°9', 98°0', 94°22', 92°46', 90°24'
N „ <i>m', p</i>	sin.	=118°51', 94°27', 92°49', 89°54'
N „ <i>m', p</i>	des.	=118°11', 93°0'
N „ <i>m'', p''</i>	sin.	=118°35', 93°14', 89°51'
N „ <i>m'', p''</i>	des.	=118°57', 101°48', 95°53', 94°26', 92°56', 89°59'

Chi volesse occuparsi a rinvenire i simboli di ciascuna delle facce *p*, di cui abbiám dato le inclinazioni sulla base N del prisma, ritenendole come distinte specie, li troverà per non poche di esse abbastanza probabili, nè manca l'esempio di alcuni mineralogisti che hanno adottato molte di tali specie di facce. Egli è però che nasce naturalmente la quistione se le diverse facce della serie *p*, la cui esistenza è dimostrata dalla diversità delle inclinazioni trovate, sieno veramente specie distinte, ovvero risultamenti della poliedria di alcune poche specie di facce.

Avendo dimostrato la instabilità delle facce nei cristalli, ed avendo osservato che l'incontrarsi le facce con angoli molto ottusi sia condizione favorevole ai loro spostamenti, non possiamo dubitare che almeno la maggior parte delle supposte specie della serie *p* altro non sieno che effetti di poliedria. Nondimeno ci resta ancora conoscere quali sieno le vere specie di facce nel corundo e quali sieno quelle derivanti dai loro spostamenti, Nello stato attuale della cristallografia il migliore criterio che abbiamo per distinguere le une dalle altre sta nella semplicità del simbolo che contraddistingue le vere specie di facce; ma questo stesso criterio non dà una norma in ogni caso sicura e ben definita, non potendosi segnare il limite oltre il quale il simbolo esce dalla sua naturale semplicità; ed è facile intendere come un dato simbolo che può considerarsi di esser semplice per alcune specie di cristalli, non lo sia per altre specie. A me sembra che in pratica, siccome abbiám veduto per la cabasia, per la pirite e pel corundo, s'incontrino tali casi nei quali la quistione non è capace di convenevole soluzione; nella medesima guisa che in taluni generi di animali e di piante, ed in quelli sopra tutto

le cui specie sono più dell'ordinario variabili, i zoologi ed i botanici non possono con certezza stabilire i caratteri che definiscono la differenza tra gl'individui di diverse specie e tra gl'individui di diverse varietà della medesima specie. Ci basti dunque di conoscere l'incertezza e di conoscere sin dove l'incertezza si estende, quando nei fenomeni naturali ci si presenta questa dispiacevole incertezza, che forse col progredire della scienza sarà dileguata.

*Solfato di soda e zinco.* Nei cristalli monoclini di questo sale doppio vi sono otto facce  $u, u_1$ , (fig. 14) di due specie tutte alligate nella medesima zona, e dove le due specie di facce convergono per incontrarsi negli angoli diedri  $r$ , che sono di circa  $160^\circ$ , deviano dalla loro regolare posizione in modo notevole per un fenomeno di sua natura molto variabile. Esse sono d'ordinario nitidissime e presso gli angoli  $r$  compariscono due altre faccette, spesso ancor esse nitidissime, le quali si scostano rispettivamente dalle posizioni di  $u$  ed  $u_1$ , con deviazione variabile di circa due a sei gradi. In seguito dinoterò con la lettera  $r$  le faccette che nascono per la poliedria di  $u$  ed  $u_1$ . In sette nitidi cristalli generatisi in soluzione pura di solfato di soda e zinco ho trovato le ordinarie deviazioni  $ur$  ed  $u_1r$  variabili tra  $2^\circ 14'$  e  $4^\circ 6'$ . In un sol caso ho trovato la deviazione minima di  $0^\circ 48'$ , ed in un altro caso la deviazione massima di  $5^\circ 3'$ . I medesimi cristalli tuffati in altra soluzione alquanto acida, essendosi discretamente ingranditi, mi han presentato grande diversità nelle loro faccette  $r$  paragonate con quelle che avevano quando erano stati estratti la prima volta dalla soluzione pura; dappoichè ciascuna delle faccette  $r$  dava d'ordinario due o tre immagini degli oggetti veduti per luce riflessa; o ciò che vale lo stesso era divisa in due o tre faccette minori, e le loro deviazioni dalle rispettive posizioni di  $u$  ed  $u_1$ , spesso oltrepassava alquanto i sei gradi, giungendo in un caso sino ad  $8^\circ 11'$ .

Nella Memoria, della quale ho dato questo sunto, sono esaminate tra le sostanze che danno la poliedria nel verso di due o più zone: la galena, l'analcime, l'armotomo con altre specie affini, il diottasio, il solfato di manganese e potassa triclinoedrico della formola  $2\text{SuO}_3, \text{MnO}, \text{K}_2\text{O}, 2\text{HO}$ , l'allume, la tormalina, il solfato ammonico, il cromato potassico. Tra i cristalli con la

poliedria nel verso di una sola zona son presi pure in considerazione quelli di tormalina, di tartrato acido di strontiana monoclinoedrico, di tartrato acido di soda e di paratartrato acido di soda. Si dimostra altresì in una terza parte della Memoria che la convessità delle facce dei cristalli non è altro che una particolare maniera di manifestarsi la loro poliedria.

Dalle cose innanzi esposte si deduce che le facce dei cristalli, teoreticamente considerate, hanno una posizione determinata secondo le note leggi cristallografiche, la quale anche nel fatto può trovarsi effettuata, mentre poi questa stessa posizione va soggetta a mutarsi variamente tra certi limiti per naturale proprietà che diciamo poliedria. Che in tutte le specie di cristalli può aversi la poliedria con questo di diverso, che in alcune è pochissimo o per nulla sensibile, in altre è più o meno distinta. Che la poliedria ha le sue particolari leggi, avvenendo in determinate direzioni, e con modi particolari a ciascuna specie di faccia. Che essa spesso è in relazione con alcune particolari condizioni dei cristalli, come per esempio con l'emiedria, con la geminazione, o col trovarsi le facce inclinate con angoli molto ottusi. Che il grado di deviazione che caratterizza la poliedria di una medesima specie di faccia talvolta oltrepassa i limiti nei quali si possono trovare due diverse specie di facce nelle loro posizioni regolari.

---

SULLA FABBRICAZIONE DELL'OSSIGENO;  
NOTA DI E. SAINTE-CLAIRE DEVILLE E DEBRAY.

(*Comptes Rendus*, 22, 325).

Estratto.

Il problema della fabbricazione economica dell'ossigeno è di grandissima importanza per le industrie; il Boussingault si

Vol. XII. 27

può dire che abbia già stabilito il principio su cui quella fabbricazione dee esser fondata, che consiste nel ricavarlo dall'aria atmosferica; il metodo pratico dettato da questo chimico offre nella esecuzione alcune difficoltà, oltre di che per ora non soddisfa gran fatto dal lato economico, essendo sempre a un prezzo alquanto elevato l'ossido di bario.

Gli Autori sopra rammentati hanno invece estratto l'ossigeno da due materie di pochissimo valore, e che fin qui non erano mai state adoperate a tal uso; una di queste si è il solfato di zinco che oggi si produce in gran copia negli apparecchi elettrici dei telegrafi. Ecco secondo i medesimi il modo di utilizzare tutti gli elementi di questa materia:

Calcinando da solo il solfato di zinco in un vaso di terra, si trasforma in ossido leggero bianco, che, quando il solfato è puro, può utilizzarsi per la pittura, in acido solforoso che si raccoglie allo stato di soluzione concentrata o allo stato di solfito le cui applicazioni sono oggi numerosissime; infine in ossigeno puro. La decomposizione completa del solfato di zinco non esige una temperatura molto più elevata del biossido di manganese e la separazione dell'ossigeno dagli altri prodotti della calcinazione del solfato di zinco si opera con un processo analogo a quello usato per la preparazione dell'ossigeno coll'acido solforico che adesso passeremo a descrivere.

L'altra materia che viene proposta come atta a somministrare economicamente l'ossigeno si è l'acido solforico, con che in fondo si viene a ricavare l'ossigeno dall'aria atmosferica.

L'acido solforico riscaldato al rosso si decompone in acido solforoso, in acqua e in ossigeno; l'apparecchio nel quale operano gli Autori consiste in una piccola storta di 5 litri ripiena di lamine sottili di platino o di spugna di questo metallo (e quando si operasse in grandi vasi le lamine di platino potrebbero essere rimpiazzate con pezzi di mattone) riscaldata al rosso; vi si introduce un sottile filo d'acido solforico che passa per un tubo a S e che proviene da un vaso a livello costante: i gas che dalla decomposizione di detto acido derivano, traversano prima un vaso refrigerante che ne separa l'acqua, poi un apparecchio di lavaggio di una forma speciale da cui sfugge del gas ossigeno puro e senza odore, e in esso rimane una soluzione

satura d'acido solforoso. Se si rimpiazza l'acqua di lavaggio con lissivia di soda, si raccoglie del bisolfito di soda sopra saturato d'acido solforoso, che si può neutralizzare con carbonato di soda e trasformare in solfito neutro o in iposolfito. L'acqua saturata di acido solforoso si può anco introdurre nel generatore del vapore che alimenta le camere di piombo d'una fabbrica di acido solforico, ove quest'acido solforoso si trasforma in acido solforico a spese dell'ossigeno dell'aria.

Sicchè dietro questi dati il prezzo di costo del gas ossigeno è estremamente piccolo; infatti non vi si dovrebbe computare che il valore della piccola quantità di carbone necessaria per mantenere al rosso un apparecchio di piccole dimensioni, e quello del nitrato di soda destinato a fissare sull'acido solforoso l'ossigeno dell'aria; onde, fin qui, l'acido solforico indubitabilmente si presenta l'agente di produzione il più economico dell'ossigeno.

**FINE DEL XII. VOLUME.**





# INDICE

---

## MEMORIE ORIGINALI

Sul potere elettro-motore dell'organo della torpedine; Memoria di CARLO MATTEUCCI. . . . .	pag. 5
Intorno ad alcuni fenomeni che presenta la riflessione multipla del suono — Dott. RUGGIERO FARRI. . . . .	» 17
Sull'alcole cuminico e sui tre alcaloidi che ne derivano — ANTONIO ROSSI. . . . .	» 37
L'elettricità applicata alla preparazione meccanica del minerale di rame estratto dalla miniera di Traversella in Piemonte — Prof. GASTANO BURCI. . . . .	» 45
Intorno ad alcuni interessanti fenomeni di meteorologia studiati all'Osservatorio di Siena — Prof. C. TOSCANI. . . . .	» 74
Azione esercitata da alcuni gas sul sangue — MASSIM. CAV. DI VINTSCHGAU. . . . .	» 80
Continuazione della Memoria: teoria dinamica del calorico — Dottor DOMENICO TURAZZA. . . . .	» 85
Osservazioni meteorologiche e magnetiche durante l'eclisse ultimo; lettera del Prof. L. PALMIERI al Prof. Matteucci. . . . .	» 145
Relazione delle osservazioni fatte in Spagna durante l'eclisse totale del 18 Luglio 1860 dal P. ANGELO SECCHI. . . . .	» 147
Aggiunta alla relazione delle osservazioni fatte in Spagna durante l'eclisse totale del 18 Luglio 1860 dal P. A. SECCHI. . . . .	» 170
Di uno stereoscopio diaframmatico; nota del Prof. P. VOLPICELLI. . . . .	» 181

Sopra alcuni modi di applicare l'elettricità a' malati; avvertenza del Dott. GIACINTO NAMIAS . . . . .	pag. 189
Della distribuzione delle piogge in Italia nelle varie stagioni dell'an- no; conclusioni di una relazione all'Istituto Veneto del Prof. ZAN- TDESCHI . . . . .	» 191
Apparato di rotazione continua fondato sulle azioni attrattive e ripul- sive delle correnti di un solenoide su di una barra magnetica, la quale possa muoversi soltanto parallelamente a sè stessa; memoria di ALESSANDRO MAGNINI . . . . .	» 194
Del macigno ofiolitico; nota del Prof. Cav. G. MENEGHINI . . . . .	» 247
Notizie geologiche e paleontologiche sui gessi di Castellina Marittima in Toscana — Prof. GIOVANNI CAPELLINI . . . . .	» 254
Continuazione e fine della memoria sulla teoria dinamica del calorico — Dott. DOMENICO TURAZZA . . . . .	» 265
Sull'endosmosi elettrico — Nota di C. MATTEUCCI . . . . .	» 281
Ricerche di chimica agraria fatte da GIUSEPPE UNALDINI, sotto la di- rezione del Prof. S. De Luca . . . . .	» 285
Sulla morfologia, e micrografia degli organi delle cicadacee — Nota del Prof. PISTRO SAVI . . . . .	» 323
Osservazioni fatte nel Giardino Botanico di Valenza in Spagna duran- te l'eclisse totale del sole nel 18 Luglio 1860, dal sig. D. JOSÉ PIX- CUNTA . . . . .	» 330
Ricerche chimiche sull'essenza de' lini di Spagna — S. DE LUCA . . . . .	» 335
Ricerche sull'iodo atmosferico — S. DE LUCA . . . . .	» 337
Sul potere degli umori dell'occhio a trasmettere il calorico raggian- te — A. CIMA . . . . .	» 339
Rapporto sulle cave di marmi varicolori aperte nei beni di proprietà della sig. Teodora Galichi nei Caporali nel luogo detto il Capan- nino presso il Gabbro in Comunità di Colle Salvetti — Prof. Cav. G. MENEGHINI . . . . .	» 345
Intorno alla pioggia rossa caduta in Siena la sera del 28 Dicembre 1860 e in altri giorni successivi; lettera del Prof. GIOVANNI CAMPA- NI al Prof. Matteucci . . . . .	» 355
Saggi fatti sull'acqua piovana rossa di Siena — S. DE LUCA . . . . .	» 379
Sulla direzione iniziale della coda delle Comete — G. V. SCHIAPPA- RELLI . . . . .	» 390
Sulla poliedria delle facce dei cristalli — ANGELO SCACCHI . . . . .	» 395

**TRADUZIONI ED ESTRATTI**

Sulla scarica luminosa della batteria voltaica, esaminata nei così detti tubi vuoti a acido carbonico — CASSIOT. . . . .	pag. 15
Nuove esperienze fatte colla macchina di Ruhmkorff per mettere in evidenza la forza repulsiva delle superficie incandescenti — M. FAYE. . . . .	20
Relazione al Governo sull' eclisse totale del 18 Luglio 1860 — LE-VEN- RIER. . . . .	22
Sopra un nuovo alcaloide volatile svolto dalla putrefazione — F. CRA- GE CALVERT. . . . .	32
Teoria dei colori composti e relazioni dei colori dello spettro — GLENK MASCWELL. . . . .	33
Ricerche sperimentali per determinare la densità del vapore a tutte le temperature e la legge di dilatazione del vapore soprariscaldato — W. FAIRBAIRN e T. TATE. . . . .	44
Sulla ricongelazione — FARADAY. . . . .	71
Delle relazioni in volume dell'ozono e dell'azione della scarica elet- trica sull'ossigene e sugli altri gas — ANDREW e TAIT. . . . .	75
Sui movimenti che si producono nei metalli liquidi e negli elettroliti traversati dalla corrente — G. GORE. . . . .	204
Teoria chimica della nitrificazione — MILLON. . . . .	208
Nuove esperienze relative alle generazioni così dette spontanee — PA- STEUR. . . . .	209
Dell' antagonismo che esiste fra la stricnina e il curaro, o della neu- tralizzazione degli effetti tetanici della stricnina per mezzo del cu- raro — Dott. VELLA. . . . .	211
Notizie sui microscopii — Prof. THURY. . . . .	212
Ricerche sulle cause dell' elettricità atmosferica e terrestre — BEC- QUEREL. . . . .	238
Sul passaggio del fosforo da una parte all'altra dello stesso vegetabi- le — CORNWINDER. . . . .	260
Ricerca sul modo di nutrizione delle mucedinee — L. PASTEUR. . . . .	262
Invito alla sottoscrizione per la FONDAZIONE HUMBOLDT. . . . .	277
Sulla natura della scintilla d' induzione — Prof. RIJKE. . . . .	342

Della conducibilità dei gas per il calore — G. MAGNUS . . . .	pag. 344
Dell' osmosi polmonare — Dott. MANDEL . . . . .	» 357
Della nutrizione nell' uomo e negli animali — Dott. T. L. G. BISCHOFF .	» 359
Sulla fabbricazione dell'ossigeno; nota di E. SAINTE-CLAIRE DEVILLE e DEBRAY . . . . .	» 402



Fig. 1.

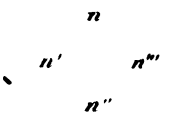


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

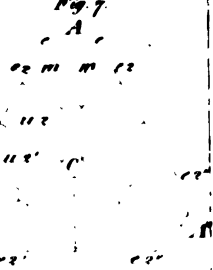


Fig. 8.

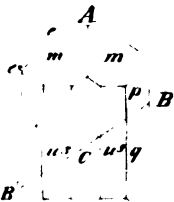


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

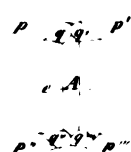


Fig. 12.

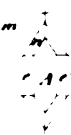
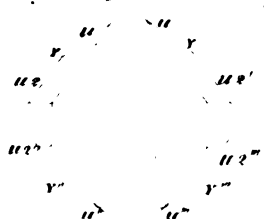


Fig. 13.



Fig. 14.



# INDICE

## MEMORIE ORIGINALI

Osservazioni meteorologiche e magnetiche durante l'eclisse ultimo; lettera del Prof. L. PALMIERI al Prof. Matteucci . . . . .	pag. 145
Relazione delle osservazioni fatte in Spagna durante l'eclisse totale del 18 Luglio 1860 dal P. ANGELO SECCHI . . . . .	147
Aggiunta alla relazione delle osservazioni fatte in Spagna durante l'eclisse totale del 18 Luglio 1860, dal P. A. SECCHI . . . . .	170
Di uno stereoscopio diaframmatico; nota del Prof. P. VOLPICELLI . . . . .	181
Sopra alcuni modi di applicare l'elettricità a' malati. Avvertenza del Dott. GIACINTO NAMIAS . . . . .	189
Della distribuzione delle piogge in Italia nelle varie stagioni dell'anno; conclusioni di una relazione all'Istituto Veneto del Prof. ZANTDESCHI . . . . .	191
Apparato di rotazione continua fondato sulle azioni attrattive e repulsive delle correnti di un solenoide su di una barra magnetica, la quale possa muoversi soltanto parallelamente a sé stessa; memoria di ALESSANDRO MAGRINI . . . . .	194
Del macigno ofiolitico; nota del Prof. Cav. G. MENIGNINI . . . . .	247
Notizie geologiche e paleontologiche sui gessi di Castellina Marittima in Toscana — Prof. GIOVANNI CAPPELLINI . . . . .	254
Continuazione e fine della Memoria sulla teoria dinamita del calorico — Dott. DOMENICO TURAZZA . . . . .	263

## TRADUZIONI ED ESTRATTI

Sui movimenti che si producono nei metalli liquidi e negli elettroliti traversati dalla corrente — C. CORRE . . . . .	204
Teoria chimica della nitrificazione — MILLON . . . . .	208
Nuove esperienze relative alle generazioni così dette spontanee — PA- STEUR . . . . .	209
Dell'antagonismo che esiste fra la stricnina e il curaro nella neu- tralizzazione degli effetti tetanici della stricnina — o del cu- raro — Dott. VELLA . . . . .	211
Notizie sui microscopi — Prof. THURY . . . . .	212
Ricerche sulle cause dell'elettricità atmosferica — HEC- QUEREL . . . . .	
Sul passaggio del fosforo da una parte all'altra — le — CORENWINDER . . . . .	
Ricerca sul modo di nutrizione delle mucose — Invito alla sottoscrizione per la FONDAZIONE . . . . .	

# **IL NUOVO CIMENTO**

## **GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE**

---

**DIRETTORI**

**C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENECHINI**

---

**COLLABORATORI**

**S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA  
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI  
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI**

**COLLABORATORE E REVISORE**

**A. FORTI**

---

**Tomo XII.**

**NOVEMBRE E DICEMBRE**

**(Pubblicato il 24 Gennajo 1861)**

**1860**

**TORINO**

**PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI  
G. B. PARAVIA E C.<sup>ia</sup>**

**PISA**

**PRESSO IL TIPOGrafo-LIBRAIO  
F. PIERACCINI**



# INDICE

## MEMORIE ORIGINALI

Sull'endosmosi elettrico — Nota di C. MATTEUCCI . . . . .	pag. 281
Ricerche di chimica agraria fatte da GIUSEPPE UBALDINI, sotto la direzione del Prof. S. De Luca . . . . .	» 285
Sulla morfologia, e micrografia degli organi delle cicadacee — Nota del Prof. PIETRO SAVI . . . . .	» 323
Osservazioni fatte nel Giardino Botanico di Valenza in Spagna durante l'eclisse totale del sole nel 18 Luglio 1860, dal sig. D. José PIZCUETA . . . . .	» 350
Ricerche chimiche sull'essenza de' limi di Spagna — S. DE LUCA . . . . .	» 353
Ricerche sull'iodo atmosferico — S. DE LUCA . . . . .	» 357
Sul potere degli umori dell'occhio a trasmettere il calorico raggianti — A. CIMA . . . . .	» 359
Rapporto sulle cave di marmi varicolori aperte nei beni di proprietà della sig. Teodora Gelichi nei Caporali nel luogo detto il Capanino presso il Gabbro in Comunità di Colle Salvetti — Prof. Cav. G. MENEGHINI . . . . .	» 543
Intorno alla pioggia rossa caduta in Siena la sera del 28 Dicembre 1860 e in altri giorni successivi; lettera del Prof. GIOVANNI CAMPANI al Prof. Matteucci . . . . .	» 353
Saggi fatti sull'acqua piovana rossa di Siena — S. DE LUCA . . . . .	» 379
Sulla direzione iniziale della coda delle Comete — G. V. SCHIAPARELLI . . . . .	» 380
Sulla poliedria delle facce dei cristalli — ARCANGELO SCACCHI . . . . .	» 395

## TRADUZIONI ED ESTRATTI

Sulla natura della scintilla d'induzione — Prof. RIJKE . . . . .	» 343
Della conducibilità dei gas per il calore — G. MAGNUS . . . . .	» 344
Dell'osmosi polmonare — Dott. MANDEL . . . . .	» 357
Della nutrizione nell'uomo e negli animali — Dott. T. L. G. BISCHOFF . . . . .	» 359
Sulla fabbricazione dell'ossigeno; nota di E. SAINTE-CLAIRE DEVILLE e DERRAY . . . . .	» 409

# PATTI D' ASSOCIAZIONE

---

- 1° Del Nuovo CIMENTO si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.
- 2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.
- 3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.
- 4° Il prezzo d'associazione per l'intero anno è fissato come segue:

Per la Toscana franco fino al destino. . . . .	Lire Italiane 16. 80
Per il Regno delle due Sicilie Ducati 5, pari a . . . . .	» 20. —
Per il Piemonte, il Regno Lombardo-Veneto, lo Stato Pontificio ed i Ducati di Parma e di Modena, franco fino al destino . . . . .	» 20 —
Per gli altri Stati fuori d'Italia, franco fino al destino . . .	» 25 —
- 5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennaio, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.
- 9° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.
- 7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.
- 8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.
- La compilazione del Nuovo CIMENTO si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.
- Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani* — *Tipografia Pieraccini*.
- Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — Al Prof. R. PIRIA.
- Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — Al Prof. C. MATTEUCCI.



## **Le associazioni si ricevono dai seguenti**

**TORINO — G. B. Paravia e Comp.**

**FIRENZE — G. P. Vieusseux.**

**PIETRASANTA — Fratelli Bartalini.**

**ROMA — Gio. Francesco Ferrini.**

**BOLOGNA — Marsigli e Rocchi.**

**MODENA — Carlo Vincenzi.**

**REGGIO DI MODENA — Stefano Calderini.**

**PARMA — Giovanni Adorni.**

**MILANO — Gaetano Brigola.**

**VENEZIA — Gaetano Brigola.**

**TRIESTE — Colombo Coen.**

**NAPOLI — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.**

**MESSINA — Antonio di Stefano.**

**PARIGI — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.**

**VIENNA — Braumüller.**

---









SEP 3 - 1927



